



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 642 067 A1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: **94114043.6**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>: **G05B 19/4093**

⑳ Anmeldetag: **07.09.94**

③① Priorität: **07.09.93 DE 4330218**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.03.95 Patentblatt 95/10**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE FR GB IT LI SE**

⑦① Anmelder: **Traub AG**  
**Postfach 11 80**  
**D-73258 Reichenbach (DE)**

⑦② Erfinder: **Höfer, Immanuel Dr.**

**Bergäcker 53**  
**D-73669 Lichtenwald (DE)**  
Erfinder: **Wirth, Helmut**  
**Dürrbeundstrasse 45**  
**D-73734 Esslingen (DE)**

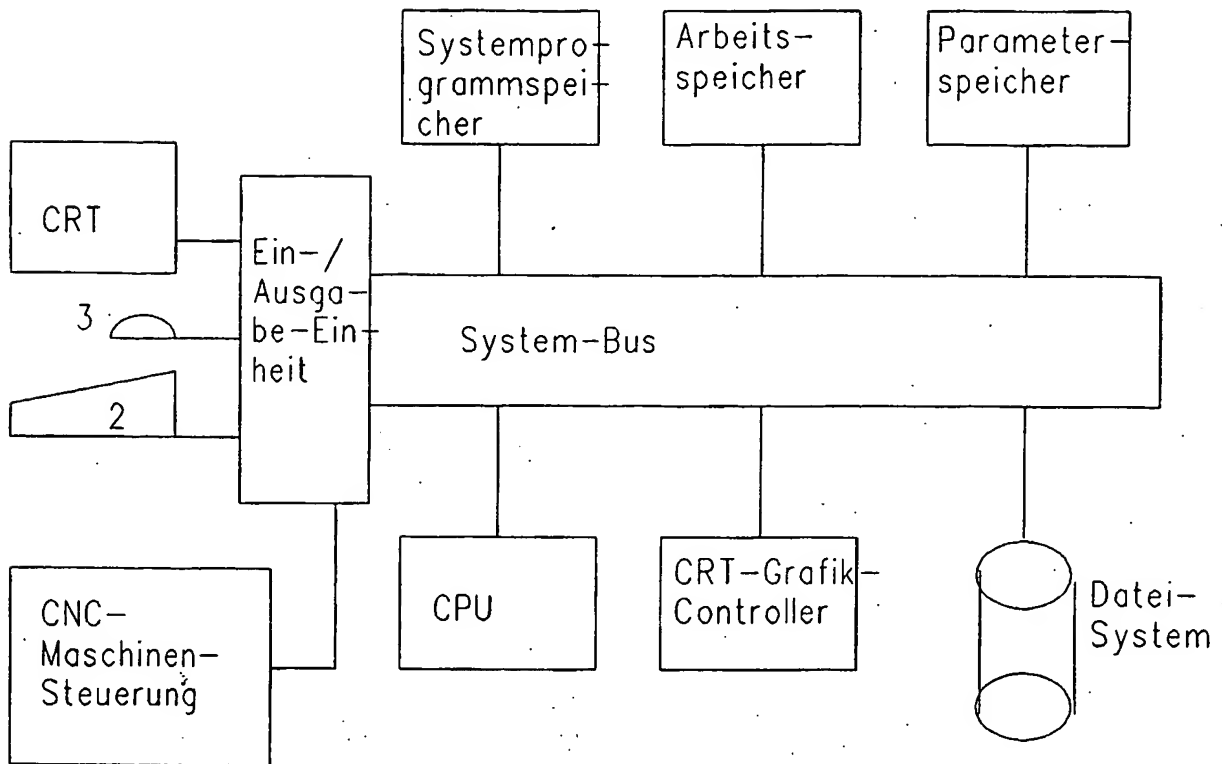
⑦④ Vertreter: **Schmidt, Steffen J., Dipl.-Ing.**  
**Wuesthoff & Wuesthoff,**  
**Patent- und Rechtsanwälte,**  
**Schweigerstrasse 2**  
**D-81541 München (DE)**

⑤④ Dialogorientiertes Programmiersystem für eine CNC-Werkzeugmaschine.

⑤⑦ Ein dialogorientiertes Programmiersystem zur Erzeugung und Änderung von Steuerungsprogrammen für eine CNC-Werkzeugmaschine, mit einer Dateneingabe- und Visualisierungseinrichtung zum Eingeben und/oder Ändern sowie zum gleichzeitigen Abbilden von Daten, die Bearbeitungsprozeßfolgen des gewünschten Funktions- und Steuerungsablauf der CNC-Werkzeugmaschine darstellen, wobei einzelne Prozesse dieser Bearbeitungsprozeßfolgen durch entsprechend miteinander verbundene Symbole und Blöcke darstellbar und durch Marken gekennzeichnet und entsprechend dem gewünschten Funktions- und Steuerungsablauf der CNC-Werkzeugmaschine in ihrer zeitlichen Abfolge veränderbar sind; einer zentralen Speicher- und Verarbeitungseinheit, in der die eingegebenen Daten zu NC-Steuerungsdaten für eine Maschinensteuerung der CNC-Werkzeugmaschine verarbeitet und als Steuerprogramm für die CNC-Werkzeugmaschine an deren Maschinensteuerung über eine Ein-/Ausgabereinheit ausgegeben werden; ist weitergebildet durch eine Programmeditoreinheit in der zentralen Speicher- und Verarbeitungseinheit, in der die eingegebenen Daten zur Beschreibung des Dialogablaufs und des NC-Steuerprogramms für die CNC-Werkzeugmaschine mit aktuellen Parametern und Applikationseinheiten

verbunden und verarbeitet werden; eine Datenbasis, in der die eingegebenen Daten aus der Programmeditoreinheit gemeinsam abgelegt werden, wobei die Datenbasis in einen Bereich für Maschinensteuerdaten und einen Bereich für Dialogsteuerdaten des Programmiersystems unterteilt ist; eine Datensteuereinheit, die den Zugriff auf die Maschinensteuerdaten und die Dialogsteuerdaten des Programmiersystems in der Datenbasis und deren Verwaltung ausführt und zur Selektion von in der Datenbasis abgelegten Teildaten eingerichtet ist; eine mit der Datensteuereinheit verbundene Synchronisationseinheit zum Abgleich von Teilsystemen und zum zeitlichen Festlegen von Bearbeitungsprozeßfolgen der Teilsysteme; wobei in dem Steuerprogramm für die CNC-Werkzeugmaschine Ablaufdaten und von der Datensteuereinheit selektierte Teildaten in Form eines Synchronisationsgerüsts erstellt werden, das durch Bearbeitungsschritte bzw. Maschinenprogrammsätze ergänzbar ist; und eine mit der Datensteuereinheit verbundene Rückkoppelungseinheit auf das Steuerprogramm für die CNC-Werkzeugmaschine zugreift und Zustandsinformationen aus einem Simulationslauf des Steuerprogramms zum Einfügen, Löschen oder Verschieben der Marken heranzieht.

Abb. 81: Aufbau eines Dialogorientierten Programmiersystems



Die Erfindung betrifft ein dialogorientiertes Programmiersystem für eine Werkzeugmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 (Abb. &1.), bei dem die Synchronisation von NC-Steuerdaten für beliebig viele Teilsysteme angezeigt und jederzeit beliebig geändert werden kann.

Die NC-Steuerdaten stellen eine bestimmte zeitliche Folge von Bearbeitungsschritten auf einer CNC-Maschine mit ihren verschiedenen Einrichtungen, z.B. Werkzeugträgern und Zusatzeinrichtungen dar, und weisen somit eine bestimmte Synchronisation zwischen den, die verschiedenen Einrichtungen steuernden Teilsysteme auf. Auf einem dialogorientierten Programmiergerät kann diese Synchronisation automatisch oder von Hand erstellt, angezeigt und jederzeit beliebig geändert werden, wobei verschiedene Darstellungsarten (Abb. &2, Abb. &3) unterstützt werden.

Dies gilt auch für NC-Steuerdaten, die nicht mit diesem Verfahren und Vorrichtung erstellt wurden. Dabei kann die CNC-Maschine mit beliebig vielen zu steuernden Werkzeugen und/oder Zusatzeinrichtungen ausgestattet sein, die jeweils durch eigene NC-Steuerdaten, von beliebig vielen Teilsystemen aus, gesteuert werden.

Wie in Abb. &1 dargestellt, erfolgen die Eingabe und das beliebige Ändern des gewünschten zeitlichen Ablaufes wahlweise mit einer Tastatur 2 oder/und Zeigeeinrichtung (Maus) 3 bei wahlweiser Darstellung einer Übersicht der Bearbeitungsschritte (Abb. &2), der aufbereiteten NC-Steuerdaten selbst (Abb. &3) und/oder einer Simulation der Bearbeitungsschritte. Dabei gewährleistet die Vorrichtung mit ihren Einheiten (Abb. &4a) die Auswirkung einer zeitlichen Änderung der Reihenfolge der Bearbeitungsschritte und ihrer Teilschritte bei jeder der Darstellungsarten.

In einer zentralen Speicher- und Verarbeitungseinheit 5 werden dabei die NC-Steuerdaten gespeichert (Abb. 1). Auf diese wird durch eine Datensteuerungseinheit DSE zugegriffen (Abb. &4). Diese steuert den Zugriff auf die in der Datenbasis abgelegten NC-Steuerdaten (Abb. &4a D1) und erzeugt aus den NC-Steuerdaten die Steuer- und Dialogdaten (Abb. &4, D2 - D4), wobei die Datei D2 die Blockstrukturen, die Daten D3 die Verweise und die Datei D4 die Lage und die Art der Synchronmarken enthält.

Diese werden einer (Programm-)Editoreinheit EE zugeführt. Die Editoreinheit EE dient der grafischen und/oder alphanumerische Ein-/Ausgabe als NC-Steuerdaten, als Übersicht der Bearbeitungsschritte und der Simulation/Visualisierung der Bearbeitungsschritte. Mit ihr wird der zeitliche Ablauf der Bearbeitungsschritte erstellt und/oder geändert. Dabei werden die Daten über eine Rückföhrungseinheit RE und die Datensteuerungseinheit DSE in die Datenbasis rückgeföhrte. Eine synchronisationsein-

heit SE gewährleistet dabei, daß die in einer Darstellungsart geänderte Synchronisation in allen anderen Darstellungsarten angepaßt werden.

Die Erstellung und/oder Beeinflussung des zeitlichen Ablaufs der NC-Steuerdaten kann mit der Anordnung dieser Einheiten und den mit ihnen verbundenen Verfahren sowohl im Feinabstimmungsbereich einzelner NC-Befehle (NC-Steuerdatensatz-Ebene Abb. &3), im Grobraster des Prozeßablaufes (d.h. in der Übersicht der Bearbeitungsschritte Abb. &2) als übergeordnetem Planungshilfsmittel, als auch während der Simulations- und Visualisierungsphase erfolgen. Die übliche Art der NC-Steuerdatenerstellung bleibt davon unberührt, d.h. auf andere Art erstellte NC-Steuerdaten können auch weiterverarbeitet werden.

Nachstehend werden Begriffe erläutert, die für das Verständnis des Standes der Technik und der Erfindung hilfreich sind.

#### NC-Steuerdaten:

NC-Steuerdaten sind Steuerbefehle an eine CNC-Maschine. Beispiel Abb. &5. zeigt NC-Steuerdaten in DIN 66025 zu Bearbeitungsbeispiel Abb. &6.

#### Teilsysteme:

NC-Steuerdaten können auch mehrere Werkzeuge und/oder Zusatzeinrichtungen steuern, wobei für jedes der Werkzeuge und/oder Zusatzeinrichtungen eigene NC-Steuerdaten auf einem sogenannten Teilsystem vorliegen. Im Prinzip handelt es sich dabei um eigenständige NC-Steuerdaten. Jede dieser eigenständigen Steuerdaten sind ein Teilsystem. Beispiel Abb. &7. zeigt NC-Steuerdaten in DIN 66025 für 2 Teilsysteme.

#### Synchronisierte NC-Steuerdaten:

Jedes Teilsystem stellt mit seinen Steuerdaten eine bestimmte zeitliche Folge von Bearbeitungsschritten dar. Die teilsystemspezifischen NC-Steuerdaten laufen unabhängig voneinander ab. Die Kollisionsgefahr von Werkzeugen und Einrichtungen auf den verschiedenen Teilsystemen erfordert aber die zwingende Vorgabe einer zeitlichen Reihenfolge von einzelnen Bearbeitungsschritten über die NC-Steuerdaten aller Teilsysteme hinweg. Die Steuerung der Abfolge der Bearbeitungsschritte übergeordnet über alle NC-Steuerprogramme der Teilsysteme hinweg nennt man Synchronisation, die dafür notwendige Datenstruktur sind synchronisierte NC-Steuerdaten.

Beispiel Abb. &8. zeigt NC-Steuerdaten in DIN 66025 für 2 Teilsysteme exemplarisch mit Synchronmarken zum Abgleich der Teilsysteme. Das

Prinzip für eine Maschine mit 2 Teilsystemen wird dadurch deutlich. Im vorliegenden Beispiel wird exemplarisch eine Synchronmarke durch ein "!" (Ausrufungszeichen) dargestellt. Die NC-Steuerdaten auf Teilsystem 1 steuern Werkzeug 1, NC-Steuerdaten auf Teilsystem 2 steuern Werkzeug 2. Der Bearbeitungsschritt durch Werkzeug 1 (Vorbearbeitung) muß zeitlich vor dem Bearbeitungsschritt 2 durch Werkzeug 2 (Bohren) ablaufen, da beide Bearbeitungsschritte an der Stirnseite des Werkstückes stattfinden und eine gleichzeitige Bearbeitung zu einer Kollision der Werkzeuge führen würde.

Die CNC-Steuerung der Werkzeugmaschine startet die Abarbeitung der NC-Steuerdaten auf beiden Teilsystemen gleichzeitig. Teilsystem 1 bewirkt die Steuerung der Vorbearbeitung an der Stirnseite. Teilsystem 2 enthält in den NC-Steuerdaten vor den NC-Steuerdaten des Bohrvorganges jedoch die Synchronmarke, was einen STOP für Teilsystem 2 auslöst, solange Teilsystem 1 auf keine Synchronmarke stößt. Erst am Ende der Vorbearbeitung auf Teilsystem 1 liegt diese vor: Beide Teilsysteme laufen weiter, d.h. Teilsystem 1 erreicht bereits das Programmende, Teilsystem 2 steuert den Bohrvorgang.

Werden zusammengehörende Synchronmarken auf gleicher "Höhe" dargestellt, wird die Wechselwirkung der Teilsysteme durch die Synchronmarken besonders deutlich (Abb. &9).

Die Synchronisation bedingt also immer paarweise Synchronmarken der beiden Teilsysteme, die einander zeitlich beeinflussen. Dies gilt auch für mehr als zwei Teilsysteme, wobei jede Synchronmarke noch einen Verweis enthält, auf welches Teilsystem sie sich bezieht. Exemplarisch ist dies in Abb. &10. dargestellt.

Die Erfindung dient zur Festlegung und Änderung einer bestimmten zeitlichen Folge von Bearbeitungsschritten (Synchronisation) auf einem dialogorientierten Programmiergerät zur Erstellung/Änderung von NC-Steuerdaten für eine CNC-Maschine mit beliebig vielen Teilsystemen.

Das Verfahren und seine Vorrichtung ergeben dabei die Möglichkeit eine wesentliche Reduzierung der Programmierzeit für die Erstellung der NC-Steuerdaten, ohne Einbußen bei der Bearbeitungszeit eines Werkstückes auf der CNC-Maschine hinnehmen zu müssen. Insbesondere gilt dies bei einer häufig vorhandenen Trennung von Planung der Bearbeitung eines Werkstückes und der Fertigung und ihrer Vorbereitung in der Werkstatt und bei Wiederholfertigungen eines Werkstückes auf CNC-Maschinen mit unterschiedlicher Anzahl von Teilsystemen.

Bei Bearbeitungsverfahren auf CNC-Maschinen mit n Teilsystemen (z.B. Werkzeugmaschinen mit mehreren Werkzeugschlitten, Werkstückeinspann-

stellen und/oder Zusatzeinrichtungen) ist es z.B. aus Kostengründen notwendig, die auf die einzelnen Teilsysteme aufzuteilenden Bearbeitungsschritte bereits vor dem eigentlichen "Einfahren" der NC-Steuerdaten auf der CNC-Maschine aufeinander abzustimmen, d.h. zu synchronisieren.

Die Aufteilung der Bearbeitungsschritte auf einzelne Teilsysteme bewirkt einerseits eine optimale Ausnutzung der CNC-Maschine, wobei jedes Teilsystem ein eigenes NC-Steuerprogramm besitzt und seine Einrichtungen über diese verschiedenen Teilsysteme angesteuert werden. Andererseits erfordert die zwingende Vorgabe einer zeitlichen Reihenfolge von einzelnen Bearbeitungsschritten oder z.B. die Kollisionsgefahr von Werkzeugen und Einrichtungen, die Steuerung der Abfolge der Bearbeitungsschritte übergeordnet über alle NC-Steuerdaten der Teilsysteme hinweg. Dies geschieht durch Eintragung von Marken (Synchronmarken) in die NC-Steuerungsdaten, die Start/Stop-Bedingungen für die Teilsysteme auslösen.

Im Zusammenhang mit der Erläuterung des Begriffes "Synchronisierte NC-Steuerdaten" wurde das Prinzip des Abgleichs einzelner Bearbeitungsschritte bereits erläutert.

In der Regel sind im Verlauf der NC-Steuerdaten jedes Teilsystemes sehr viele Synchronmarken notwendig, um die Bearbeitung eines Werkstückes optimal zu gestalten.

Die Komplexität des Vorganges der Synchronisation wird durch eine exakte Planung der Arbeitsvorgänge im Vorfeld der eigentlichen Programmierung durch Strukturierung z.B. mit bekannten Mitteln der Netzplantechnik auch mit Rechnerunterstützung, Eingabemöglichkeiten aller Teilsysteme gleichzeitig nebeneinander bei der NC-Programmerstellung auf einem Bildschirm entschärft.

Höhere Techniken setzen an dem fehlenden Überblick über das NC-Steuerprogramm durch Zuordnung der Synchronmarken zueinander in einer Zeile über alle Teilsysteme hinweg (Abb. &10) an, wobei der zeitliche Ablauf auf den verschiedenen Teilsystemen bereits gut sichtbar wird.

Die Zusammenfassung logisch zusammengehörender NC-Steuerdaten (z.B. Abb. &10 in Bohren, Vorbearbeiten, Absortieren) zu Bearbeitungsschritten in der Planungsphase für die Programmerstellung und eine dem zeitlichen Ablauf entsprechende Anordnung in einer Übersicht (Blockstruktur), ergeben eine weitere Vereinfachung bei der Erstellung der NC-Steuerdaten. Dabei werden die Synchronmarken in einem Generierungslauf aus der Blockstruktur der Übersicht des NC-Programmes erzeugt.

Die Möglichkeiten der Erzeugung/Löschung/Verschiebung ganzer Bearbeitungsschritte bei automatischer Eintragung/Löschung der Synchronmarken in die NC-Steuerdaten in einem

Generierungslauf sind ebenfalls bekannt. Das NC-Steuerprogramm kann in seiner Blockstruktur leicht verändert werden, wobei die Synchronmarken in einer Art Übersetzungslauf aus dem Quellenprogramm der Blockstruktur des NC-Programmes automatisch eingetragen werden und das NC-Programm verändert und optimiert wird. Die Zustände und Abfolge der Bearbeitungsschritte werden häufig anschließend in Form eines in Echtzeit ablaufenden Filmes (Simulation/Visualisierung) dargestellt. Der Bediener hat dabei die Möglichkeit, einzelne Bearbeitungsprozeßfolgen entsprechend der verwendeten CNC-Maschine zu optimieren. Ein solches Verfahren ist beispielsweise in der EP 0 249 639 beschrieben.

Aus der EP 0 249 639 A1 ist ein Verfahren zur Aufbereitung von NC-Daten bekannt, bei dem die Reihenfolge von Prozeßschritten in einem Flußdiagramm durch manuelles Betätigen von Tasten an einer CNC-Maschinensteuerung so verändert werden kann, daß einzelne Prozesse entweder gleichzeitig oder nacheinander ablaufen können. Die Darstellung der einzelnen Prozesse auf dem Bildschirm der CNC-Maschinensteuerung ermöglicht eine übersichtliche Veränderung durch einen Benutzer.

Dabei überprüft die Steuerung, ob durch Veränderung in der Reihenfolge oder bei nacheinander oder gleichzeitig ablaufenden Prozessen Probleme auftreten könnten.

Abb. &11 zeigt eine solche Zusammenfassung der NC-Steuerdaten für einzelne Bearbeitungsschritte in einer Übersicht (Blockstruktur, Blockdiagramm) über das NC-Steuerprogramm, das ebenfalls die Teilsystemzuordnung enthält.

Dialogorientierte Programmiergeräte oder Systeme, mit denen das oben beschriebene Synchronisationsverfahren zum Abgleich von Bearbeitungsabläufen für CNC-Maschinen mit n Teilsystemen durchgeführt werden sind ebenfalls bekannt. Sie sind Teil einer Programmiereinheit, die sich zur automatischen und oder halbautomatischen Erstellung von Steuerprogrammen für solche Maschinen eignen. Sie sind entweder Bestandteil der Maschinensteuerung (Vorortprogrammierung) oder als separater Programmierplatz ausgeführt und über Datenleitung mit der Maschine verbunden. Solche Systeme beruhen im Prinzip auf der Analyse eines zu bearbeitenden Werkstückes mit entsprechender automatischer oder halbautomatischer Festlegung der Variationen von Bearbeitungsschritten. In Abhängigkeit vom jeweils verwendeten Maschinentyp und den Technologiedaten wird dann ein CNC-Programm interaktiv festgelegt und generiert.

Diese Vorgaben können anschließend vom Programmierer und Maschinenbediener überprüft und modifiziert werden. Dies gilt insbesondere für den bei CNC-Maschinen mit n Teilsystemen not-

wendigen Abgleich (Synchronisation) von Bearbeitungsabläufen. Dies geschieht in der Regel beim Einfahren des NC-Programmes auf Satzebene durch Einfügen/Entfernen oder Verschieben der Synchronisationsmarken.

Durch Veränderungen im Blockdiagramm ist dies ebenfalls möglich, wobei die Synchronmarken des NC-Programmes aus dem Aufbau des Blockdiagrammes in einem weiteren Genierierungslauf abgeleitet und eingetragen werden. Dabei werden allerdings beim Einfahren des NC-Programmes auf NC-Satzebene veränderte Synchronmarken nicht übernommen. Der Optimierungsvorgang an der Maschine muß also zuerst in der höheren Ebene des Blockdiagrammes erfolgen, da jeweils anschließend das NC-Programm aus dem Blockdiagramm neu erzeugt werden muß und somit die alte Synchronisation verloren geht. Ist die Festlegung der Abfolge der Bearbeitungsschritte beendet, kann erst eine weitere Optimierung der Synchronisation auf NC-Satzebene erfolgen.

Diese bisher bekannten Programmiergeräte und Verfahren haben also gravierende Nachteile:

1. Sie beruhen auf der Generierung des NC-Programmes und der dazugehörigen Synchronisationsmarken aus einem Quellenprogramm, das die Blockstruktur der Bearbeitungsschritte darstellt. Die Blockstruktur selbst ist aus dem bereits erzeugten und ggf. an der Maschine optimierten NC-Steuerprogramm nicht mehr herstellbar. Änderungen im Maschinenprogramm werden in das Quellenprogramm nicht rückübersetzt. Bei der Erzeugung gehen Modifikationen der Synchronisationsmarken auf NC-Satzebene verloren.

2. Vorhandene "alte" NC-Steuerprogramme, vor allem auch von Maschinen mit unterschiedlicher Anzahl von Teilsystemen können nur mit hohem Aufwand auf der Ebene der Änderung des NC-Steuerdaten angepaßt werden. Höhere Programmieretechniken sind nicht möglich. Großer Einarbeitungsaufwand und Neuprogrammierung sind die Folge.

3. Vorarbeit und Planung gehen verloren. Rückfluß von Information zwischen Fertigung und Arbeitsplanung werden gestört und unterbrochen.

4. Bei der Einschränkung auf eine höhere Programmieretechnik ist keine optimale Gestaltung des NC-Programmes möglich, weil eine Rückführung der Modifikationen der Synchronisationsmarken aus der NC-Satzebene in die Blockstruktur nicht möglich ist: Dies bedeutet steigende Kosten bei großen Stückzahlen.

5. In der Testphase des erstellten NC-Programmes mittels Simulation/ Visualisierung ist ein zeitaufwendiger Aufwand durch ggf. mehrfache Korrektur Quellenprogramm, Modifikation der NC-Steuerdaten, mehrfaches Erzeugen NC-

Steuerdaten, Simulation notwendig.

Die vorliegende Erfindung vermeidet diese Nachteile.

Folgende Prinzipien werden darin verwirklicht:

1. Das Quellenprogramm und das NC-Steuerprogramm sind identisch, insbesondere
  - Quellenprogramm und NC-Steuerprogramm sind identisch und in einer Datenbasis gespeichert. Das NC-Steuerprogramm wird ausgewertet. Dadurch entstehen
  - a) Blockstrukturinformationen
  - b) Informationen über die Zugehörigkeit der NC-Programmteile zu den einzelnen Bearbeitungsschritten der Blockstruktur.
  - c) Informationen über Art und Lage der Synchronmarken im NC-Programm
  - d) Ggf. modifiziertes NC-Steuerprogramm.
2. Funktionelle Trennung des Systems in
  - a) Datensteuerungseinheit: Datenfilterung/-sortierung und -mischung, insbesondere
    - Ausfiltern von Informationen (1a-d)
    - Sortierung und Zusammenfügen der Informationen (siehe 1a-c) zu neuen NC-Steuerungsdaten, so daß ein modifiziertes NC-Steuerprogramm entsteht,
  - b) Editoreinheit: Anzeigen für den Benutzer und Durchführung der Änderungen vom Benutzer des Programmiergeräts, insbesondere
    - Anzeige der Blockstrukturinformationen (1a)
    - Anzeige des modifizierten NC-Steuerprogrammes (1d)
    - Anzeige der Blöcke und Sätze für die Simulation/ Visualisierung der Bearbeitung
    - Änderung der Blockstrukturinformationen (1a)
    - Änderung des NC-Steuerprogrammes (1d)
  - c) Rückführungseinheit: Rückführung der Änderungen vom Editor (Informationen 1a + 1d), insbesondere
    - Veränderung der Synchronmarken (Verschieben, Löschen, Erzeugen)
    - Veränderung der Blockstruktur (Verschieben, Löschen, Erzeugen)
    - Start/Stop/Vorlauf/Rücklauf der auf den Teilsystemen gesteuerten Einrichtungen
  - d) Synchronisationseinheit: Sicherstellung der Wechselwirkungen zwischen Information (1a - d) in bezug auf die Synchronisation, insbesondere
    - Veränderung der Synchronmarken bei Änderung der Blockstrukturinformationen

- Veränderung der Blockstrukturinformationen bei Änderung der Synchronmarken

Abb. &4a und &4b zeigt den Datenfluß mit den dazugehörigen Steuer-/Funktionseinrichtungen in der Vorrichtung.

Damit wird erreicht, daß der Programmierer NC-Steuerdaten erstellen kann, die in Bezug auf den Funktionsumfang und den Programmierablauf gegenüber herkömmlichen Programmiersystemen erhebliche Vorteile bringen.

Erfindungsgemäß laufen folgende Vorgänge in der Vorrichtung ab:

Durch die Datensteuerungseinheit wird es bei der vorliegenden Erfindung möglich, in einer beliebigen Anzeige/Darstellungsart durchgeführte Änderungen, auch in jeder beliebigen anderen auch "höherwertigen" Darstellung sofort verfügbar zu haben. Durch diese Einheit steht dem Anwender jede beliebige Darstellung zur Änderung zur Verfügung. Ferner ist somit eine hohe Flexibilität bei Programmoptimierungen gegeben.

Die Darstellungsarten sind hierbei:

1. NC-Steuerungsdaten, als NC-Steuersätze direkt
2. Übersicht der Bearbeitungsblöcke (Blockstruktur)
3. Simulation/Visualisierung der Bearbeitung

Die Datensteuerungseinheit DSE zerlegt die NC-Steuerungsdaten in Blockstrukturinformation entsprechend der Lage der Synchronisationsmarken der NC-Steuerdaten. z.B. kann dies durch folgenden Mechanismus ohne Einschränkung der Allgemeinheit bewerkstelligt werden. Zu diesem Zweck werden die NC-Steuerdaten von der Datensteuerungseinheit DSE verarbeitet, wobei die Datensteuerungseinheit DSE wie ein "Sieb" die NC-Steuerdaten siebt. Dazu enthält die Datensteuerungseinheit DSE drei Schalter. Der erste Schalter (Teilsystem-Schalter TeS) spricht bei Auftreten oder Aktivieren eines Teilsystemes in den NC-Steuerdaten an. Der zweite Schalter (Synchronmarken-Schalter SyS) spricht bei Auftreten einer Synchronmarke in einem Teilsystem an. Der dritte Schalter (Satzschalter SaS) spricht bei Auftreten eines NC-Satzes in den NC-Steuerdaten an.

Jedem der Schalter ist ein Zähler (Satzzähler SaZ, Teilsystem-Zähler TeZ und Synchronmarken-Zähler SyZ) nachgeschaltet.

Die Schalter steuern die ankommenden NC-Steuerdaten(sätze) entsprechend den Zählerständen in verschiedene Behälter:

1. Teilsystem-Behälter entsprechend n-Teilsystemen
2. Synchronmarken-Behälter entsprechend der Anzahl der Synchronmarken
3. Satz-Behälter entsprechend der Anzahl der Sätze.

Dabei oder anschließend werden die NC-Steuerungsdaten sortiert.

Im ersten Sortiervorgang wird nach Teilsystemen sortiert.

Im zweiten Sortiervorgang wird nach Synchronmarken sortiert. Im dritten Sortiervorgang wird nach NC-Sätzen sortiert.

Das Prinzipbild der Schalter nach Abb. &12 (Schalter TeS, SyS und SaS) zeigt, daß dabei Auftreten von Teilsystem, Synchronmarke bzw. Satz auf allen Behältern weitergeschaltet werden muß (gesteuert durch die Zähler TeZ, SyZ und SaZ), d.h. der Sortiervorgang läuft parallel auf allen Teilsystemen ab. Dadurch ergibt sich das Zeitraster des sortierten NC-Steuerdaten mit den Zählerständen durch die Nummern der Gefäße. Leere Gefäße sind Wartezeiten. Die einzelnen Gefäße können als verkettete Listen oder als Datenfelder strukturiert sein.

Abb. &13. zeigt das Raster für das Beispiel aus Abb. &10.

Damit ist bereits eine Aufbereitung der NC-Steuerdaten zur Anzeige in der Editoreinheit erfolgt:

1. Synchronmarken sind ausgerichtet und können auf NC-Satz-Ebene informativ angezeigt werden.
2. Die Blockstruktur durch die Synchronisation ist extrahiert: Synchronbehälter mit nur leeren Satzbehältern stellen keine Bearbeitungsschritte dar (Wartezeiten der Teilsysteme!).
3. Es ist ermittelt, welche NC-Sätze zu welchen Blöcken gehören.

Weiter ist für die Synchronisationseinheit festgelegt:

1. Welche Synchronmarken zu welchem Block gehören.
2. Wie neue oder entfernte oder verschobene Synchronmarken den Blöcken zuzuordnen sind und damit ggf. die Blockstruktur beeinflussen.

In der Speichereinheit werden folgende Informationen gespeichert:

1. Blockstrukturinformation (Abb. &14.) bedeutet eine Anzeige der Bereiche der einzelnen Teilsysteme als Zeitachse und symbolische Kennzeichnung der Bereiche in denen bearbeitet wird und der Bereiche in denen Wartebedingungen auftreten.

2. Weiter sind neben den Blockstrukturinformationen Verweise auf die NC-Programmteile im den NC-Datensätzen notwendig (als D3 Abb. &4a). Dabei werden die NC-Steuerdaten entsprechend den Blöcken strukturiert (Abb. &14).

Diese Informationen sind redundant, und damit unmittelbar aus den NC-Steuerdaten ableitbar. D.h. das Hilfsmittel einer Zwischenspeicherung ist nicht zwingend. Die Informationen können immer direkt aus den NC-Steuerdaten abgeleitet werden.

In umgekehrter Richtung (d.h. von den internen, aufbereiteten Informationen zu den NC-Steuerdaten für die CNC-Maschine) werden aus den internen, aufbereiteten NC-Steuerdaten, die NC-Steuerdaten für die CNC-Maschine leicht durch Aneinanderreihen der NC-Sätze aus den Behältern erzeugt.

Unmittelbar nach der Aufbereitung der NC-Steuerdaten durch die DSE werden Zusatzinformationen in die NC-Steuerdaten als Kommentar eingetragen. D.h. in den internen NC-Steuerdaten wird vor dem ersten Satz-Behälter des Synchronbehälters ein neuer Satz-Behälter mit einem Blocknamen und der Nummer des Blockes als NC-Satz-Kommentar eingefügt. Erfindungsgemäß können diese Zusatzinformationen auch durch andere Hilfsmittel aus der NC-Programmierung (z.B. Satznummern) eingebracht werden. Diese stellen unmittelbar die (Synchronisations-) Blockstruktur von NC-Steuerdaten dar.

Solange der NC-Programmierer keine Synchronmarken von Hand einträgt, sind diese Zusatzinformationen redundant.

Die Datensteuereinheit DSE unterscheidet also NC-Steuerdaten mit und ohne Zusatzinformationen. Dabei sind Zusatzinformationen von der vorliegenden Vorrichtung zusätzlich in die NC-Steuerdaten eingetragene Informationen. NC-Steuerdaten ohne Zusatzinformationen sind auf einem anderen Programmierplatz ohne vorliegende Vorrichtung erstellt. Beim Arbeiten mit der vorliegenden Vorrichtung werden diese jedoch dann im Verlauf des vorliegenden Verfahrens durch die Datensteuereinheit DSE eingetragen.

Zur Verarbeitung der Zusatzinformationen ist dem Schalter SyS ein Schalter ZuS vorgelagert. Dieser übernimmt zusammen mit dem Zähler der Zusatzinformationen ZuZ die Sortierung in die Blockstruktur. Da der Schalter SyS auch vorhanden und deshalb beim Ansprechen des Schalters ZuS auch anspricht, wenn die der Blockstruktur zugehörige Synchronmarke erfaßt wird, können weitere, von Hand oder von anderen Programmiergeräten eingefügte Synchronmarken als solche erkannt und als zusätzliche Synchronmarken verwaltet werden ohne das die gewünschte, vorhandene Blockstruktur zerstört wird.

Auf diese Weise kann das Programmiergerät 2 Arten von Synchronmarken unterscheiden:

1. Blockmarken: Entsprechen der durch die Zusatzinformationen beschriebenen Blockstruktur.
2. Einzelmarken: Marken, die nicht unter 1. zuzuordnen sind.

Die weiteren von Hand oder von anderen Programmiersystemen eingefügten Synchronmarken entsprechen nämlich nicht den Zusatzinformationen der Blockstruktur.



Abb. &15. und Abb. &16. zeigen den Aufbau der Datensteuereinheit DSE und die erweiterten Strukturen, die die Datensteuereinheit DSE mit der Zusatzinformation ZuZ und dem Schalter ZuS erzeugt.

Beispiel 1: Ohne Zusatzinformationen (z.B. bei "alten" NC-Programmen) entsprechend Abb. &17. ergibt sich Blockstruktur in Abb. &18.

Beispiel 2: Mit Zusatzinformationen entsprechend Abb. &19. ergibt sich die Struktur Abb. &20.

Diese erzeugten Blockinformationen mit Zusatzinformationen dienen gleichzeitig zur Anzeige der Blockstruktur.

In der Datensteuereinheit DSE werden 2 Arten von Aktionen unterschieden:

1. Änderungen der Blockstruktur: Solche Änderungen sind zum Beispiel Blöcke verschieben, löschen und neue erzeugen.
2. Änderung der Feinstruktur in der Synchronisation der NC-Steuerdaten. Solche Änderungen sind zum Beispiel Synchronmarken verschieben, löschen und neue erzeugen.

Dabei laufen in der in der Datensteuereinheit DSE folgende Funktionen ab:

Zugriffe auf die Blockstruktur (Abb. 4a, Datei D2) wirken auf Datei 1 mit den NC-Steuerdaten. Dies ist durch die von der DSE erzeugten und verwalteten Verweise möglich, welche NC-Steuerdatenbereiche zu welchen Blöcken der Blockstruktur gehören. Diese Verwaltungsinformationen sind in Abb. &4a, Datei D3 abgelegt. Die Datensteuereinheit aktualisiert bei Arbeiten auf der Blockstruktur die in den NC-Steuerungsdaten "versteckt" enthaltene Blockstruktur.

Zugriffe auf die NC-Steuerdaten (Datei 1) wirken auf Datei D2 mit der Blockinformationsstruktur. Dies ist durch die vom DSE erzeugten zusätzlichen Informationen über die Lage und Art der Synchronmarken in den NC-Steuerungsdaten (Abb. &4a, Datei D4) möglich. Die Synchronmarken, die die Blockstruktur ergeben, sind ja in ihrer Art Blockmarken. Sie sind gekennzeichnet durch die Lage innerhalb eines Blockes. Die Synchronmarken die der NC-Programmierer von Hand in die bereits vorhandenen NC-Steuerungsdaten einträgt sind in ihrer Art Einzelmarken. Die Informationen über Art und Lage der Marken in den NC-Steuerdaten sind in der Datei D4 abgelegt.

Wie oben aufgeführt ist eine Unterscheidung durch die Zusatzinformationen möglich.

Dabei stellt die Datensteuereinheit DSE folgende Operationen auf der Blockstruktur und NC-Steuerdaten zur Verfügung:

1. Operationen der Datensteuereinheit DSE auf Blockstruktur:

- a) Block um einen Block verschieben.
- b) Block um einen Block zurückschieben.
- c) Block löschen.

d) Block einrichten.

2. Operationen der Datensteuereinheit DSE auf NC-Steuerdaten:

- a) Block-Synchronmarke an Blockanfang einrichten.
- b) Block-Synchronmarke an Blockende einrichten.
- c) Block-Synchronmarke löschen.
- d) Einzel-Synchronmarke einrichten.
- e) Einzel-Synchronmarke löschen.
- f) Einzel-Synchronmarke vor-/zurückschieben.

3. Fehlerbedingung

4. Blockinhalt um einen Block verschieben.

Beispiel 3: Abb. &21 zeigt die Blockstruktur für die in den darüberliegenden NC-Steuerdaten gezeigten Blockmarken. Verschieben der Blockmarke Teilsystem 2 wirkt auf Blockstruktur. Die NC-Steuerungsdaten nach der Verschiebung sind in Abb. &22 gezeigt. Dazu sieht man die geänderte Blockstruktur darunter.

Beispiel 4: Abb. &23 zeigt die Blockstruktur nach Einfügen einer Marke von Hand, also Typ Einzelmarke: Keine Änderung der Blockstruktur (Datei D2). Die NC-Steuerungsdaten nach der Verschiebung sind in Abb. &24 gezeigt. Dazu sieht man die geänderte Blockstruktur darunter.

Beispiel 3 und 4 machen jedoch deutlich, daß eine der Datensteuereinheit DSE übergeordnete Einheit die Blockstruktur mit den dazugehörenden Synchronmarken (Block- und Einzelmarken) überwachen muß. Dies ist gemäß der Erfindung die Synchronisationseinheit SE.

Die in Abb. &4 gezeigten Dateien D2, D3 und D4 sind also auch notwendig, damit die der Datensteuerungseinheit DSE übergeordnete Synchronisationseinheit SE ihre Funktion erfüllen kann.

Die Datensteuerungseinheit DSE wird neben der Synchronisationseinheit SE auch von der Editoreinheit EE über die Rückkopplungseinheit RE beeinflusst.

Die Editoreinheit EE erfüllt Steuerfunktionen im Bezug auf die verschiedenen Möglichkeiten der Anzeige (NC-Steuerdaten, Blockstruktur, Simulation Visualisierung). Entsprechend den drei Möglichkeiten der Darstellung und einer jeweils möglichen Änderung der Synchronisation wird die Editoreinheit EE unterteilt.

Abb. &25. zeigt die Anzeige der Editoreinheit EE für die NC-Steuerdaten mit den für die Änderung der Synchronisation in den NC-Steuerdaten vorgesehenen Möglichkeiten, die über die Tastatur des dialogorientierten Programmiergerätes aktiviert werden können.

Bezüglich der NC-Steuerdaten sind folgende Möglichkeiten im Bezug auf die Synchronisation vorgesehen:

1. NC-Steuerdaten anzeigen
2. Synchronmarke verschieben



3. Synchronmarke löschen
4. Synchronmarke einfügen

Die jeweilige Aktion ist durch die Position in den angezeigten NC-Steuerdaten auf die die Aktion (o.g. Aktion 2 - 4) wirkt, durch das Teilsystem und durch die Art der Aktion selbst ausgezeichnet. Damit ist eine eindeutige Zuordnung zu den von der DSE verwalteten Informationen möglich. Die NC-Steuerdaten werden für die Anzeige von der Datensteuerungseinheit DSE geliefert.

Die Rückführungseinheit RE liefert also an die Synchronisationseinheit SE und die Datensteuereinheit DSE folgende Befehle

1. NC-Steuerdaten zur Anzeige übergeben.
2. Synchronmarke ausgezeichnet durch Position x in den NC-Steuerdaten nach später verschieben.
3. Synchronmarke ausgezeichnet durch Position x in den NC-Steuerdaten nach früher verschieben.
4. Synchronmarke ausgezeichnet durch Position x in den NC-Steuerdaten löschen.
5. Position x in den NC-Steuerdaten: Synchronmarke einfügen.

Die Rückführungseinheit RE stößt die Synchronisationseinheit SE zur ggf. Modifikation der Synchronisation in Bezug auf die Blockstruktur und NC-Steuerdaten an. Die Datensteuereinheit DSE erledigt für die Synchronisationseinheit SE die entsprechenden Einträge in den NC-Steuerdaten. Die Rückführungseinheit RE aktualisiert dann die Anzeige der NC-Steuerdaten in der Editoreinheit EE.

Abb. &26. zeigt die Anzeige der Editoreinheit EE für die Blockstruktur mit den für die Änderung der Synchronisation in der Blockstruktur vorgesehenen Möglichkeiten, die über die Tastatur des dialogorientierten Programmiergerätes aktiviert werden können.

Bezüglich der Blockstruktur sind folgende Möglichkeiten im Bezug auf die Synchronisation vorgesehen:

1. Blockstruktur anzeigen
2. Block verschieben
3. Block löschen
4. Block einfügen

Die jeweilige Aktion ist durch die Position in der angezeigten Blockstruktur auf die die Aktion (o.g. Aktion 2 - 4) wirkt, durch das Teilsystem und durch die Art der Aktion selbst ausgezeichnet. Damit ist eine eindeutige Zuordnung zu den von der DSE verwalteten Informationen möglich. Die Blockstruktur wird für die Anzeige von der Datensteuereinheit DSE über die Rückführungseinheit RE geliefert.

Die Rückführungseinheit RE liefert also an die Synchronisationseinheit SE und die Datensteuereinheit DSE folgende Befehle

1. Blockstruktur zur Anzeige übergeben.

2. Block ausgezeichnet durch Position x in der Blockstruktur entnehmen und an neuer Position y einfügen.

3. Block ausgezeichnet durch Position x in der Blockstruktur löschen.

4. Position x in der Blockstruktur: Block einfügen.

Die Rückführungseinheit RE stößt die Synchronisationseinheit SE zur ggf. Modifikation der Synchronisation in Bezug auf die Blockstruktur und NC-Steuerdaten an. Die Datensteuereinheit DSE erledigt für die Synchronisationseinheit SE die entsprechenden Einträge in den NC-Steuerdaten. Die Rückführungseinheit RE aktualisiert dann die Anzeige der NC-Steuerdaten in der Editoreinheit EE.

Abb. &27. zeigt die Anzeige der Editoreinheit EE für die Simulation mit den für die Änderung der Synchronisation in der Simulation vorgesehenen Möglichkeiten, die über die Tastatur des dialogorientierten Programmiergerätes aktiviert werden können. Dabei ist zu beachten, daß hier auch Tasten gezeigt sind, die lediglich die Steuerung der Simulation betreffen.

Bezüglich der Simulation sind folgende Möglichkeiten im Bezug auf die Synchronisation vorgesehen:

1. Teilsystem Stop
2. Teilsystem Start
3. Teilsystem wählen
4. Synchronmarke löschen.

Die jeweilige Aktion ist durch die Position des durch die Simulation gerade bei Auslösung einer Aktion gezeigten NC-Satzes in den NC-Steuerdaten (o.g. Aktion 2 + 3) und das Teilsystem ausgezeichnet und durch die Art der Aktion selbst. Damit ist eine eindeutige Zuordnung zu den von der DSE verwalteten Informationen möglich. Die NC-Steuerdaten werden für die Simulation vom DSE geliefert.

Die Rückführungseinheit RE liefert also an die Datensteuereinheit DSE folgende Befehle

1. NC-Steuerdaten zur Simulation übergeben.
2. Position x in den NC-Steuerdaten: Synchronmarke einfügen.
3. Synchronmarke ausgezeichnet durch Position x in den NC-Steuerdaten nach später/früher verschieben. Die Richtung wird dabei durch den Ablauf der Simulation vorwärts/rückwärts vorgegeben.
4. Synchronmarke ausgezeichnet durch Position x in den NC-Steuerdaten löschen.

Die Rückführungseinheit RE stößt die Synchronisationseinheit SE zur ggf. Modifikation der Synchronisation in Bezug auf die Blockstruktur und NC-Steuerdaten an. Die Datensteuereinheit DSE erledigt für die Synchronisationseinheit SE die entsprechenden Einträge in den NC-Steuerdaten. Die Rückführungseinheit RE aktualisiert dann die NC-Steuerdaten für die Simulation. Die Simulation wird

fortgesetzt.

Beispiel: Abb. &28 zeigt symbolisch NC-Steuerdaten und Blockstruktur eines gleichzeitig stattfindenden Schrubb- und Bohrvorganges auf einer Drehmaschine. Wird während der Simulation bemerkt, daß wegen drohender Kollision zwischen Schrubbwerkzeug und Bohrer der Bohrvorgang erst nach dem Schrubbvorgang stattfinden kann, wird eine Synchronmarke auf Teilsystem 1 und 2 per Tastenbetätigung Teilsystem STOP vor dem zur Simulation anstehenden Satz eingefügt. Per Tastenbetätigung "Teilsystem START" wird der Bearbeitungsvorgang auf dem angewählten Teilsystem, in diesem Fall Teilsystem 1, fortgesetzt ohne daß Teilsystem 2 gestartet wird und zwar so lange, "bis Teilsystem START" losgelassen wird. Dann laufen beide Teilsysteme entsprechend den NC-Steuerdaten weiter. Das Betätigen von "Teilsystem START" auf Teilsystem 1 bewirkt ein Verschieben der durch "Teilsystem STOP" eingefügten Synchronmarke auf Teilsystem 1 nach später und zwar solange "Teilsystem START" gedrückt wird und die Simulation weiter läuft. Die Synchronmarke wird dabei in ihrer Lage in den NC-Steuerdaten über die Rückführungseinheit RE durch die Synchronisationseinheit SE, die Datensteuereinheit DSE aktualisiert und durch die Rückführungseinheit RE an die Simulation zurückgeliefert. Die Rückführungseinheit RE stellt dabei durch die Synchronisationseinheit sicher, daß Blockstruktur und NC-Steuerdaten übereinstimmen.

Bei Vor-/Rückwärts-Lauf des Simulations-Films auf den Teilsystemen wird die eingefügten Synchronmarke nach später/früher verschoben.

Unabhängig von den Darstellungsarten kann zwischen den verschiedenen Darstellungen umgeschaltet werden.

Bei der vorliegenden Erfindung leistet die Synchronisationseinheit SE den Abgleich (Synchronisation) der n Teilsysteme und somit die zeitliche Festlegung der Bearbeitungsabschnitte auf den Teilsystemen vor oder nach der Erstellung des eigentlichen NC-Steuerprogrammes. Die Synchronisationseinheit SE wird von der Rückführungseinheit RE angestoßen.

Die Erfindung betrifft unter anderem eine Synchronisationseinheit, welche funktionell so gestaltet ist, daß die Festlegung der Ablauffolge auf den Teilsystemen sowohl "vor" der Festlegung der NC-Steuerdaten in der Editoreinheit EE, als auch die nachträgliche Optimierung unter anderem über einen grafisch dynamischen Simulationsprozeß ermöglicht. Die Zustände und Zustandsänderungen werden dabei nicht nur wie es dem stand der Technik entspricht durch eine dynamische Simulation in den dem Echtzeitablauf entsprechenden Zeitverhältnissen dargestellt, sondern können direkt durch eine Rückkopplungseinheit, welche an

die oben erwähnte Synchronisationseinheit SE, die Datensteuereinheit DSE angeschaltet ist, direkt bei der grafischen Simulation, in der Blockstruktur oder in den NC-Steuerdaten verändert werden.

Erfindungsgemäß erzeugt die Synchronisationseinheit SE ein Synchronisationsgerüst entsprechend der Anordnung von Bearbeitungsschritten (Blöcken) in der Editoreinheit EE. Unter Synchronisationsgerüst ist dabei das "Gerippe der Synchronisationsmarken" zu verstehen.

Diese Blöcke werden vom Anwender vor, während oder nach der Festlegung des Bearbeitungsprogrammes angeordnet.

Erfindungsgemäß bedeutet eine Anordnung der Blöcke vor der Festlegung des Bearbeitungsprogrammes eine Eingabe der Zusatzinformation in der Blockstruktur der Editoreinheit EE, d.h. der Synchronisationsblocküberschriften. Dieser eine NC-Satz wird dann durch die Synchronisationseinheit SE synchronisiert. Die Zeitfolge der Synchronblöcke ist ohne Inhalte festgelegt. Diese können dann, zu einem späteren Zeitpunkt, z.B. wenn die Grobplanung der Bearbeitungsschritte abgeschlossen ist, mit den NC-Steuerdaten für die Synchronblöcke gefüllt werden. Dies wird bei vorliegender Erfindung, die darstellungsübergreifende Anpassungen der Synchronisation durch die Synchronisationseinheit SE gewährleistet, ohne Einschränkung der Freiheiten bei den Änderungen z.B. beim Einfahren der NC-Steuerdaten an der CNC-Maschine erkaufte.

Dieses synchronisierte Programm kann dann mit Hilfe der aus der grafischen Simulation bekannten Maßnahmen optimiert werden. Durch Verschieben und Vertauschen von Bearbeitungsblöcken werden Änderungen innerhalb dieser Blöcke direkt berücksichtigt. Es sind ferner Verschiebungen auf NC-Steuersatzebene möglich. Die Synchronisationseinheit leistet dabei die Rekonstruktion der Markenlage, wenn der Anwender bei der Blocksynchronisation vorgegebene Marken auf NC-Satzebene verschiebt.

Die von der Datensteuereinheit DSE erzeugten und verwalteten Informationen (Dateien D1 - D4) werden von der Synchronisationseinheit SE auf Anstoß durch die Rückführungseinheit RE überwacht und koordiniert.

Die Überwachung der Synchronisationseinheit SE betrifft:

1. Die Synchronisation der Bearbeitungsblöcke bei Block verschieben, löschen, einfügen durch Editoreinheit EE bei der Darstellung der Blockstruktur.
2. Die Synchronisation der NC-Steuerdaten bei Einzel-Synchronmarke verschieben, löschen, einfügen durch Editoreinheit EE bei der Darstellung der NC-Steuerdaten.

3. Die Synchronisation der NC-Steuerdaten bei Block-Synchronmarke verschieben, löschen, einfügen durch Editoreinheit EE bei der Darstellung der NC-Steuerdaten.

Die Synchronisationseinheit SE unterscheidet Eingriffe in der Blockstruktur oder NC-Steuerdaten durch einen Schalter BIS (Abb. &29).

Ist der Schalter BIS ein, wird die Blockstruktur bei auf den Teilsystemen parallel angeordneten Blöcken einen Schalter BPS auslösen, bei versetzt nacheinander auftretenden Blöcken einen Schalter BVS.

Ist der Schalter BIS aus, wird das Auftreten einer Einzel-Synchronmarke einen Schalter ESS, das Auftreten einer Block-Synchronmarke einen Schalter BSS. Ferner wird dann die Lage der Synchronmarken folgende Schalter SAS, SES, NSS, VSS auslösen, deren Bedeutung in Abb. &29 erklärt ist:

1. Lage der Synchronmarke am Anfang eines Blockes löst den Schalter SAS aus.
2. Lage der Synchronmarke am Ende eines Blockes löst den Schalter SES aus.
3. Lage der Synchronmarke nach anderer Synchronmarke löst den Schalter NSS aus.
4. Lage der Synchronmarke vor anderer Synchronmarke löst den Schalter VSS aus.

Die Aktionen der Editoreinheit EE lösen Änderungen der Blockstruktur, der NC-Steuerdaten in der Datensteuereinheit DSE aus, wenn die Schalter der Synchronisationseinheit SE bestimmte Zustände anzeigen.

Dabei stellt die Datensteuereinheit DSE (wie oben bereits ausgeführt) folgende Operationen auf der Blockstruktur und NC-Steuerdaten zur Verfügung:

1. Operationen der Datensteuereinheit DSE auf Blockstruktur:

- a) Block um einen Block verschieben.
- b) Block um einen Block zurückschieben.
- c) Block löschen.
- d) Block einrichten.

2. Operationen der Datensteuereinheit DSE auf NC-Steuerdaten:

- a) Block-Synchronmarke an Blockanfang einrichten
- b) Block-Synchronmarke an Blockende einrichten
- c) Block-Synchronmarke löschen
- d) Einzel-Synchronmarke einrichten
- e) Einzel-Synchronmarke löschen
- f) Einzel-Synchronmarke vor-/zurückschieben

3. Fehlerbedingung

4. Blockinhalt um einen Block verschieben

Tabelle Abb. &30. zeigt wann, welche Operationen durch die Datensteuereinheit DSE ausgelöst werden. Deutlich wird, daß Aktionen der Editoreinheit EE auf Einzel-Synchronmarken die Blockstruktur

nicht beeinflussen. Aktionen der Editoreinheit EE auf Block-Synchronmarken beeinflussen die Blockstruktur und die NC-Steuerdaten. Aktionen der Editoreinheit EE auf Blöcke beeinflussen ebenfalls die Blockstruktur und die NC-Steuerdaten.

Der Synchronisationseinheit SE liegt die Blockstruktur vor. Aus ihr erzeugt die Synchronisationseinheit SE die Synchronisation der Bearbeitungsblöcke durch Operationen 2 a + b.

Dies ist insbesondere der Anstoß der Aktualisierung der Marken auf Grund der Änderungen in der Blockstruktur:

Beispiel: Abb.&21 zeigt die Blockstruktur zweier paralleler Blöcke mit den dazugehörigen NC-Steuerdaten. Änderung der Blockstruktur in zwei versetzte Blöcke entsprechend Abb. &22. durch Block versetzen der Editoreinheit EE, erzeugt für Datensteuereinheit DSE folgende Operationen nach Tabelle Abb. &30.(Logik Blockstruktur <-> Blockmarkenstruktur): Blockmarken (Art) Block 1 + 2 Anfang (Lage) löschen Operationen 2c) Blockmarke (Art) Block 1 Ende (Lage) eintragen Operation 2b) Blockmarke (Art) Block 2 Anfang (Lage) eintragen Operation 2a).

Die Datensteuereinheit DSE aktualisiert dann Datei D1 (NC-Steuerdaten), die Datei D2 (Blockstruktur), Datei D3 (Verwaltungsinformationen Verweise Block - NC-Steuerdatenzuordnung) und Datei D4 (Lage, Art der Marken).

Bei Synchronmarken-Aktionen der Editoreinheit EE wird nur bei Blockmarkenaktionen eine Blockoperation in der Datensteuereinheit DSE ausgelöst (Tabelle Abb. &30.).

Beispiel 1: Die Blockstruktur Abb. &21. wird durch Verschieben der Blockmarke von Teilsystem 1 nach später in die Blockstruktur Abb. &22. übergeführt. Eine Änderung der Blockstruktur in zwei versetzte Blöcke entsprechend Abb. &22. durch die Blockmarke von Teilsystem 1 nach später bis an das Blockende in der Editoreinheit EE, erzeugt für die Datensteuerungseinheit DSE folgende Operationen nach Tabelle Abb. &30.(Logik Blockstruktur <-> Blockmarkenstruktur): Block 2 um einen Block zurückschieben, da Synchronisationseinheit SE geschaltet (Operation 1b).

Bei Aktionen in der Editoreinheit EE auf Einzelmarken wird laut Operationstabelle Abb. &30. keine Blockoperation ausgelöst. Die Synchronisationseinheit SE übt bei Aktualisierung der Marken aber folgende Kontrollfunktion aus: Die Datensteuereinheit DSE liefert der Synchronisationseinheit SE Zuordnung Block zu Blockmarke und Art der zu verändernden Marke. Die Synchronisationseinheit SE kontrolliert Aktionen auf Einzelmarken auf ihre Verträglichkeit mit Blockstruktur. Die Datensteuereinheit DSE kennt Einzelsynchronmarken, die nachträglich in NC-Steuerdaten eingefügt wurden oder über externe Eingaben auf anderem Programmier-

platz z.B. an der CNC der Maschine bei "Einfahren" der NC-Steuerdaten. Gibt es nun eine Veränderung von Marken, sperrt die Synchronisationseinheit SE bestimmte Änderungen auf Marken je nach Markentyp oder aktualisiert die Blockstruktur.

Beispiel 1: Block(-Synchron-)marken: Abb. &21. Die Blockmarke von dem Teilsystem 1 wird nach später verschoben. Die Aktion ist erlaubt, da die Synchronisationseinheit SE den Zusammenhang von Block(-Synchron-)marken zu Blöcken kennt. Tritt die Blockmarke von dem Teilsystem 1 an das Ende von Block 1, löst die Synchronisationseinheit SE eine Blockaktualisierung aus. Abb. &22 zeigt die aktualisierte Blockstruktur.

Beispiel 2: Block(-Synchron-)marken: Abb. &31. Die Block(-Synchron-)marke von dem Teilsystem 1 wird nach später verschoben. Die Operation ist erlaubt, solange eine Einzelmarke nicht erreicht wird. Erreicht die Blockmarke während der Block(-Synchron-)marken-Verschiebung die Einzelmarke, wird diese mit verschoben. Die interne Struktur des Abgleichs (Zuordnung der Marken zueinander) bleibt erhalten. Abb. &32 zeigt die NC-Steuerdaten und die Blockstruktur nach dem Ende der Verschiebung.

Beispiel 3: Einzel(-Synchron-)marken: Wie in Abb. &31 gezeigt, wird die Einzelmarke von dem Teilsystem 1 nach früher verschoben. Die Operation ist erlaubt, solange die Block(-Synchron-)marke nicht erreicht wird. Erreicht die Einzel(-Synchron-)marke die Block(-Synchron-)marke, tritt eine Fehlerbedingung auf. Dadurch bleibt die interne Struktur des Abgleichs erhalten. Abb. &33 zeigt die NC-Steuerdaten und die Blockstruktur nach dem Ende der Verschiebung.

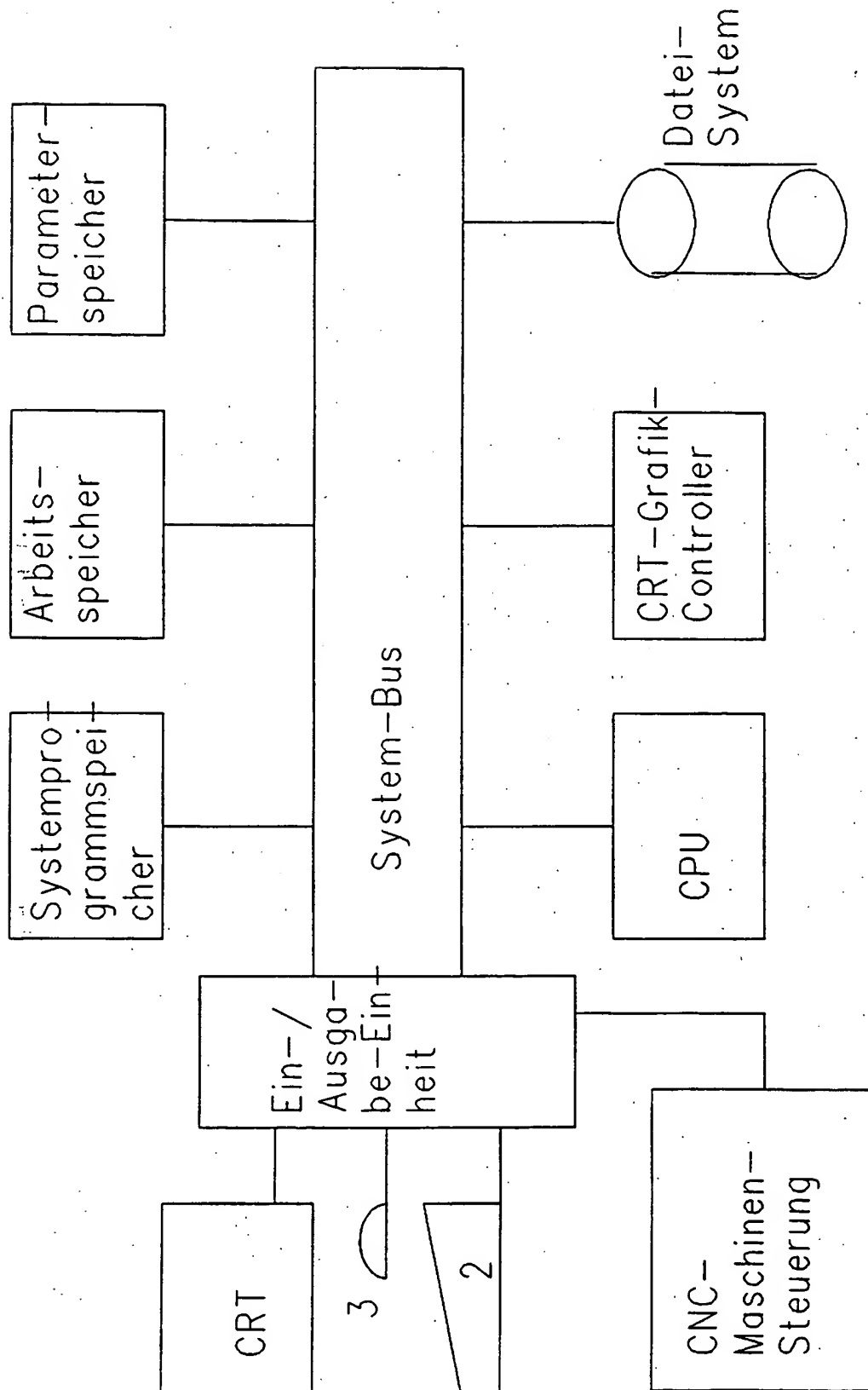
Beispiel 4: Änderungen durch Änderung der Marken in externem Editor: Die eigentlich redundante Strukturierung der NC-Steuerdaten mittels Kennzeichnung des jeweiligen Blockbeginns durch Zusatzinformation mittels von in der Datensteuereinheit DSE generierten Kommentaren, erlaubt das Erkennen von geänderten Block(-Synchron-)marken, da die Zusatzinformation Blockbeginn mit der Blockinformation aus den Block(-Synchron-)marken abgeglichen werden kann. Eventuelle Einzel(-Synchron-)marken werden als Feinsynchronisationselemente erkannt, da diese zusätzlich zu den Block(-Synchron-)marken auftreten. Die Blockstruktur ergibt sich durch Blockbeginn Kommentar (z.B. Schruppen1). Die Lage der Block(-Synchron-)marken wird auch als zum Blockbeginn verschoben erkannt. Zusätzliche Marken sind immer Einzel(-Synchron-)marken, da diese der Blockstruktur überlagert sind.

## Patentansprüche

1. Dialogorientiertes Programmiersystem zur Erzeugung und Änderung von Steuerungsprogrammen für eine CNC-Werkzeugmaschine, mit
    - einer Dateneingabe- und Visualisierungseinrichtung (1, 2) zum Eingeben und/oder Ändern sowie zum gleichzeitigen Abbilden von Daten, die Bearbeitungsprozeßfolgen des gewünschten Funktions- und Steuerungsablauf der CNC-Werkzeugmaschine darstellen, wobei einzelne Prozesse dieser Bearbeitungsprozeßfolgen durch entsprechend miteinander verbundene Symbole und Blöcke darstellbar und durch Marken gekennzeichnet und entsprechend dem gewünschten Funktions- und Steuerungsablauf der CNC-Werkzeugmaschine in ihrer zeitlichen Abfolge veränderbar sind;
    - einer zentralen Speicher- und Verarbeitungseinheit (1), in der die eingegebenen Daten zu NC-Steuerungsdaten für eine Maschinensteuerung der CNC-Werkzeugmaschine verarbeitet und als Steuerprogramm für die CNC-Werkzeugmaschine an deren Maschinensteuerung über eine Ein-/Ausgabeeinheit ausgegeben werden;
- gekennzeichnet durch
- eine Programmeditoreinheit (EE) in der zentralen Speicher- und Verarbeitungseinheit (1), in der die eingegebenen Daten zur Beschreibung des Dialogablaufs und des NC-Steuerprogramms für die CNC-Werkzeugmaschine mit aktuellen Parametern und Applikationseinheiten verbunden und verarbeitet werden;
  - eine Datenbasis, in der die eingegebenen Daten aus der Programmeditoreinheit (EE) gemeinsam abgelegt werden, wobei die Datenbasis in einen Bereich für Maschinensteuerdaten und einen Bereich für Dialogsteuerdaten des Programmiersystems unterteilt ist;
  - eine Datensteuereinheit (DSE), die den Zugriff auf die Maschinensteuerdaten und die Dialogsteuerdaten des Programmiersystems in der Datenbasis und deren Verwaltung ausführt und zur Selektion von in der Datenbasis abgelegten Teildaten eingerichtet ist;
  - eine mit der Datensteuereinheit (DSE) verbundene Synchronisationseinheit (SE) zum Abgleich von Teilsystemen und zum zeitlichen Festlegen von Bearbeitungsprozeßfolgen der Teilsysteme; wobei

- in dem Steuerprogramm für die CNC-Werkzeugmaschine Ablaufdaten und von der Datensteuereinheit (DSE) selektierte Teildaten in Form eines Synchronisationsgerüsts erstellt werden, das durch Bearbeitungsschritte bzw. Maschinenprogrammssätze ergänzbar ist; und
  - eine mit der Datensteuereinheit (DSE) verbundene Rückkoppelungseinheit (RE) auf das Steuerprogramm für die CNC-Werkzeugmaschine zugreift und Zustandsinformationen aus einem Simulationslauf des Steuerprogramms zum Einfügen, Löschen oder Verschieben der Marken heranzieht.
2. Dialogorientiertes Programmiersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Marken Start- und Stopbedingungen für einzelne Teilsysteme und/oder Bearbeitungsabschnitte auslösen.
  3. Dialogorientiertes Programmiersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einfügen, Löschen oder Verschieben der Marken in dem synchronisierten Programm auf der Satz-Ebene der NC-Steuerungsdaten erfolgt.
  4. Dialogorientiertes Programmiersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einfügen, Löschen oder Verschieben der Marken in dem synchronisierten Programm auf einer Simulations-/Visualisierungs-Ebene des Bearbeitungsvorgangs erfolgt.
  5. Dialogorientiertes Programmiersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Datensteuereinheit (DSE) die NC-Steuerdaten in Blockstrukturdateninformationen entsprechend der Lage der Marken zerlegt.
  6. Dialogorientiertes Programmiersystem nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß in der Datensteuereinheit (DSE)
    - eine erste Einrichtung (TeS) zum Erkennen des Auftretens eines Teilsystems in den NC-Steuerdaten,
    - eine zweite Einrichtung (SyS) zum Erkennen einer Marke eines Teilsystems in den NC-Steuerdaten, und
    - eine dritte Einrichtung (SaS) zum Erkennen eines Satzes in den NC-Steuerdaten vorgesehen ist.
  7. Dialogorientiertes Programmiersystem nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die erste, die zweite und die dritte Einrichtung (TeS, SyS, SaS) jeweils als logische Schalter ausgebildet ist, denen jeweils ein Zähler (TeZ, SyZ, SaZ) nachgeschaltet ist.
  8. Dialogorientiertes Programmiersystem nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der erste, zweite und dritte Schalter (TeS, SyS, SaS) ankommende NC-Steuerdaten in Abhängigkeit von den Ständen der Zähler (TeZ, SyZ, SaZ) in unterschiedliche Behälter (Teilsystembehälter, Markenbehälter, Satzbehälter) leitet.
  9. Dialogorientiertes Programmiersystem nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die NC-Steuerdaten in den unterschiedlichen Behältern (Teilsystembehälter, Markenbehälter, Satzbehälter) sortiert werden, wobei das Erkennen eines Teilsystems, einer Marke (Einzelsynchronmarke, Blocksynchronmarke), oder eines Satzes jeweils zum Weitschalten in allen Behältern führt.
  10. Dialogorientiertes Programmiersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine vierte Einrichtung (BIS) in der Synchronisationseinheit (SE), die Eingriffe in der Blockstruktur oder der NC-Steuerdaten unterscheidet.
  11. Dialogorientiertes Programmiersystem nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die vierte Einrichtung ein logischer Schalter (BIS) ist, der in seinem aktivierten Zustand bewirkt, daß
    - eine Blockstruktur bei auf einem Teilsystem parallel angeordneten Blöcken eine fünfte Einrichtung (BPS) aktiviert, und
    - eine Blockstruktur bei auf einem Teilsystem versetzt nacheinander angeordneten Blöcken eine sechste Einrichtung (BVS) aktiviert.
  12. Dialogorientiertes Programmiersystem nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der logische Schalter (BIS) in seinem unaktivierten Zustand bewirkt, daß
    - beim Auftreten einer Einzelsynchronmarke eine siebte Einrichtung (ESS) aktiviert wird, und
    - beim Auftreten einer Blocksynchronmarke eine achte Einrichtung (BSS) aktiviert wird.

Abb. &amp;1: Aufbau eines Dialogorientierten Programmiersystems



Datei	Erstellen/Ändern	Ablaufplan	Simulation	Einstellung																								
Erstellen/Ablaufplan																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilsystem \$1</th> <th>Teilsystem \$2</th> <th>Teilsystem \$3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INITIALISIERUNG</td> <td>INITIALISIERUNG</td> <td>INITIALISIERUNG</td> </tr> <tr> <td>VORDREHEN</td> <td>FERTIGKONTUR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>STECHEN</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>QUERBOHREN</td> <td>BEREITSTELLEN GSP</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>WEGFAHREN GSP</td> </tr> <tr> <td>RUECKSEITE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Teilsystem \$1	Teilsystem \$2	Teilsystem \$3	INITIALISIERUNG	INITIALISIERUNG	INITIALISIERUNG	VORDREHEN	FERTIGKONTUR		STECHEN				QUERBOHREN	BEREITSTELLEN GSP			WEGFAHREN GSP	RUECKSEITE					
Teilsystem \$1	Teilsystem \$2	Teilsystem \$3																										
INITIALISIERUNG	INITIALISIERUNG	INITIALISIERUNG																										
VORDREHEN	FERTIGKONTUR																											
STECHEN																												
	QUERBOHREN	BEREITSTELLEN GSP																										
		WEGFAHREN GSP																										
RUECKSEITE																												
\$1																												
\$2																												
\$3																												
Weitere Option.	Fein-synchr.	Block-operat.	Neuer Block	Über-nahme	Löschen	Aufruf	Rück-sprung																					

Abb. &2: Darstellung von NC-Steuerdaten in Form von  
Bearbeitungsblöcken



Datei	Erstellen/Ändern	Ablaufplan	Simulation	Einstellung
Erstellen/Ablaufplan/Feinsynchronisation				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>Teilsystem \$1</p> <p>...</p> <p>! (= STECHEN)</p> <p>G96V200T202M3</p> <p>G0Z-10</p> <p>G0X 17</p> <p>G1X 15 F0.15</p> <p>G0X 17</p> <p>G26</p> <p>!</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Teilsystem \$2</p> <p>...</p> <p>! G26</p> <p>(= QUERBOHREN)</p> <p>T0101 M23</p> <p>G0Z 1</p> <p>!</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Teilsystem \$3</p> <p>...</p> <p>!</p> <p>(= BEREITSTELLEN)</p> </div> </div>				
Synchr. später	Synchr. früher	Synchr.. einfügen	Synchr.. löschen	Über- nahme
Löschen		Aufruf		Rück- sprung

Abb. &3: Darstellung von NC-Steuerdaten mit "ausgerichteten"  
Synchronmarken

Abb. 84a

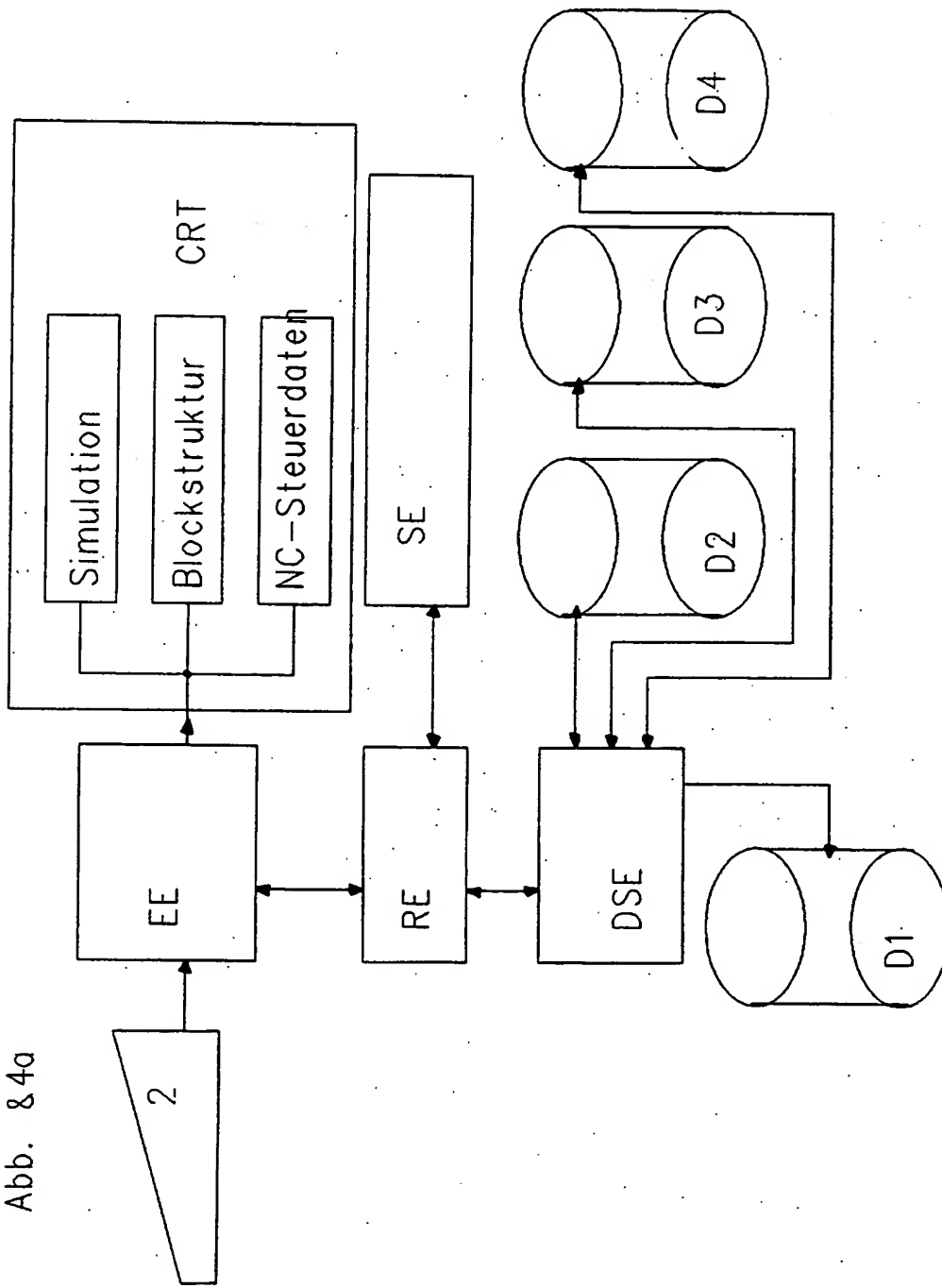
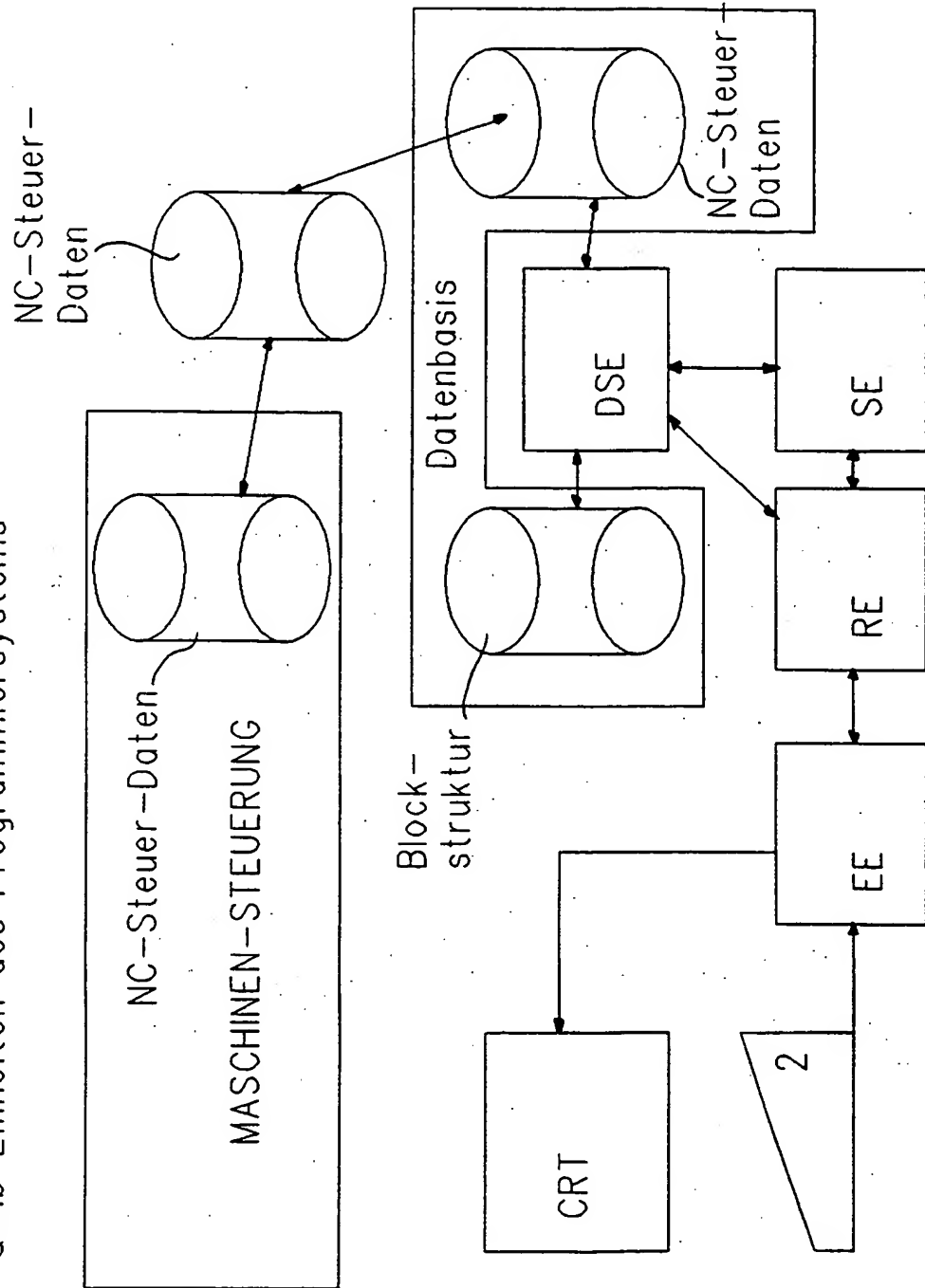


Abb. &amp; 4b Einheiten des Programmiersystems



## NC-Steuerdaten:

G59X0Z345  
 (VORBEARB)  
 G96V100T101M4

G0Z0  
 G0X33  
 G1X-1F0.2

G0Z100  
 G0X100  
 (BOHREN)  
 G96V100T202M3

G0Z1  
 G0X0  
 G1Z-10F0.3

G0Z100  
 G0X100

## Erklaerung:

Werkstuecknullpunkt setzen  
 Erklaerender Kommentar f. Programmierer  
 Konstante Schnittgeschwindigkeit  
 100 m/min,  
 Werkzeug 1, Drehrichtung links  
 Werkzeug im Eilgang auf Z=0mm  
 Werkzeug im Eilgang auf X=33mm  
 Werkzeug im Vorschub 0.2mm/Umdrehung  
 auf X=-1mm  
 Werkzeug im Eilgang auf Z=100mm  
 Werkzeug im Eilgang auf X=100mm  
 Erklaerender Kommentar f. Programmierer  
 Konstante Drehzahl 500 1/min,  
 Werkzeug 2, Drehrichtung rechts  
 Werkzeug im Eilgang auf Z=1mm  
 Werkzeug im Eilgang auf X=0mm  
 Werkzeug im Vorschub 0.2mm/Umdrehung  
 auf Z=-10mm  
 Werkzeug im Eilgang auf Z=100mm  
 Werkzeug im Eilgang auf X=100mm

Abb. &5: NC-Steuerdaten beispielhaft zum Vorbearbeiten einer  
 Stirnflaeche eines Drehteils mit anschliessendem Bohren (Siehe Abb. &6.).  
 Erlaeuterungen zu den Verfahrssaetzen nebenstehend.

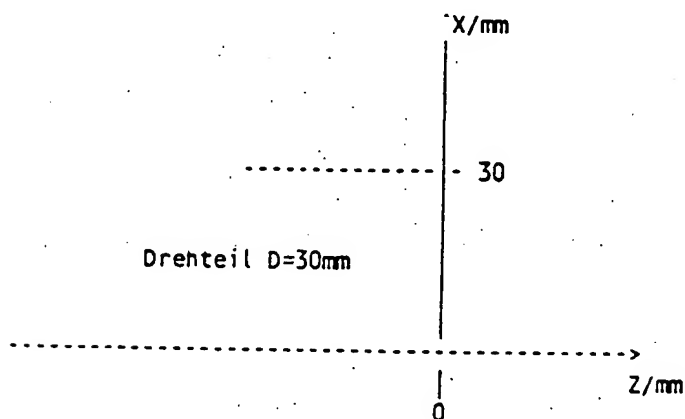


Abb. &6: Koordinaten zu NC-Steuerdaten Abb. &5.

**NC-Steuerdaten:**

Teilsystem 1	Teilsystem 2
G59X0Z345 (VORBEARB)	G59X0Z345 (BOHREN)
G96V100T101M4	G96V100T202M3
G0Z0	G0Z1
G0X33	G0X0
G1X-1F0.2	G1Z-10F0.3
G0Z100	G0Z100
G0X100	G0X100

Abb. 87: NC-Steuerdaten beispielhaft zum Vorbearbeiten der Stirnflaeche eines Drehteils und Bohren auf 2 Teilsystemen. Beide Bearbeitungsschritte laufen gleichzeitig ab.

## NC-Steuerdaten:

## Teilsystem 1

G59X0Z345  
(VORBEARB)  
G96V100T101M4  
G0Z0  
G0X33  
G1X-1F0.2  
G0Z100  
G0X100  
! (START TS 2)

## Teilsystem 2

! (STOP TS 2)  
G59X0Z345  
(BOHREN)  
G96V100T202M3  
G0Z1  
G0X0  
G1Z-10F0.3  
G0Z100  
G0X100

Abb. 88: NC-Steuerdaten beispielhaft zum Vorbearbeiten der Stirnflaeche eines Drehteils und Bohren auf 2 Teilsystemen.  
Beide Bearbeitungsschritte laufen auf 2 Teilsystemen nacheinander ab.

NC-Steuerdaten:

Teilsystem 1

G59X0Z345  
(VORBEARB)  
G96V100T101M4  
G0Z0  
G0X33  
G1X-1F0.2  
G0Z100  
G0X100  
!

Teilsystem 2

!  
G59X0Z345  
(BOHREN)  
G96V100T202M3  
G0Z1  
G0X0  
G1Z-10F0.3  
G0Z100  
G0X100

Abb. 89: NC-Steuerdaten beispielhaft zum Vorbearbeiten der Stirnflaeche eines Drehteils auf Teilsystem 1 mit anschliessendem Bohren auf Teilsystem 2. Darstellung mit "ausgerichteten" Synchronmarken.



NC-Steuerdaten:

Teilsystem 1	Teilsystem 2	Teilsystem 3
G59X02345 (VORBEARB) G96V100T101M4 G020 G0X33 G1X-1F0.2 G02100 G0X100 I2	I1 G59X02345 (BOHREN) G96V100T202M3 G021 G0X0 G12-10F0.3 G02100 G0X100 I3	I2 (ABSORTIEREN) G22A1000

Abb. &10: NC-Steuerdaten beispielhaft zum Vorbearbeiten der Stirnflaeche eines Drehteils auf Teilsystem 1 mit anschliessendem Bohren auf Teilsystem 2. Auf Teilsystem 3 erfolgt ein Unterprogrammaufruf z.B. zum Abholen des fertig bearbeiteten Teiles.

Teilsystem 1	Teilsystem 2	Teilsystem 3
VORBEARB	BOHREN	ABSORTIEREN

Abb. &11: Uebersicht der Blockstruktur zu NC-Steuerdaten Abb. &10.

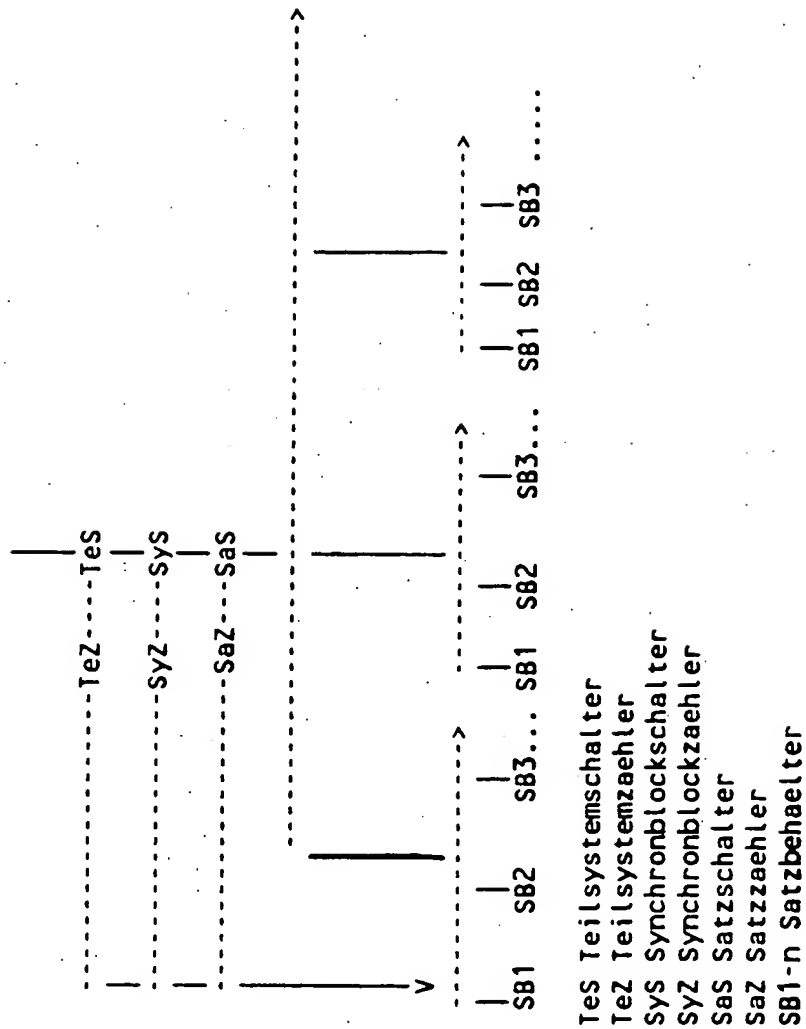


Abb. &12: Prinzipbild des Sortiermechanismus in der DSE

Behälter der Teilsysteme:

Teilsystem 1 Behälter Teils.1 Teilsystem 2 Behälter Teils.2 Teilsystem 3 Behälter Teils.3

	Synchron-Beh. 0	Synchron-Beh. 1	Synchron-Beh. 0	Synchron-Beh. 1
1 G59X0Z345	Satz-Beh. 1	Satz-Beh. 1	Satz-Beh. 1	Satz-Beh. 1
2 (VORBEARB)	Satz-Beh. 2	Satz-Beh. 2	Satz-Beh. 2	Satz-Beh. 2
3 G96V100T101M4	3	3	3	3
4 G020	4	4	4	4
5 G0X33	5	5	5	5
6 G1X-1F0.2	usw.	usw.	usw.	usw.
7 G0Z100				
8 G0X100				
9 i2	Synchron-Beh. 1	Synchron-Beh. 1	Synchron-Beh. 1	Synchron-Beh. 1
10	Satz-Beh. 9	Satz-Beh. 9	Satz-Beh. 9	Satz-Beh. 9
11	Satz-Beh. 10	Satz-Beh. 10	Satz-Beh. 10	Satz-Beh. 10
12	11	11	11	11
13	usw.	usw.	usw.	usw.
14	G96V100T202M3	G96V100T202M3	G96V100T202M3	G96V100T202M3
15	G0Z1	G0Z1	G0Z1	G0Z1
16	G0X0	G0X0	G0X0	G0X0
17	G1Z-10F0.3	G1Z-10F0.3	G1Z-10F0.3	G1Z-10F0.3
18	G0Z100	G0Z100	G0Z100	G0Z100
19	G0X100	G0X100	G0X100	G0X100
20	Synchron-Beh. 2	Synchron-Beh. 2	Synchron-Beh. 2	Synchron-Beh. 2
	Satz-Beh. 18	Satz-Beh. 18	Satz-Beh. 18	Satz-Beh. 18
	19	19	19	19
	20	20	20	20
				(ABSORTIEREN)
				G22A1000

Abb. &13: NC-Steuerdaten beispielhaft zum Vorbearbeiten der Stirnflaeche Teilsystem 1 mit anschließendem Bohren auf Teilsystem 2. Auf Teilsystem 3 erfolgt ein Unterprogrammaufruf z.B. zum Abholen des fertig bearbeiteten Teiles.

Teilsystem 1	Teilsystem 2	Teilsystem 3
BLOCK 1	WARTEN	WARTEN
WARTEN	BLOCK 2	WARTEN
WARTEN	WARTEN	BLOCK 3

Abb. &14: Übersicht der Blockstruktur zu NC-Steuerdaten aus DSE abgeleitet entsprechend Abb. &13.

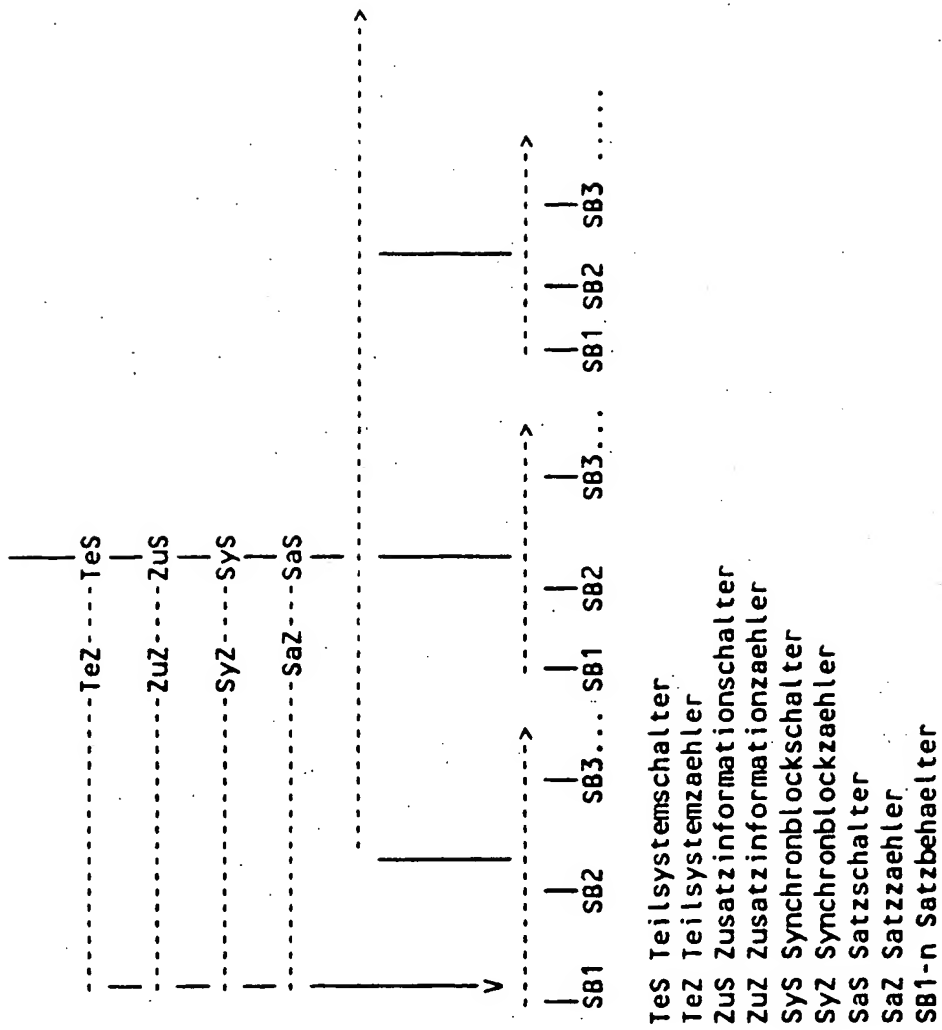


Abb. &15: Prinzipbild des Sortiermechanismus in der DSE

Behälter der Teilsysteme:

Teilsystem 1 Behälter Teils.1 Teilsystem 2 Behälter Teils.2 Teilsystem 3 Behälter Teils.3

Block-Beh. 1		
1 (##1)	Satz-Beh. 1	Satz-Beh. 1
2 G59X02345	Satz-Beh. 2	Satz-Beh. 2
3 (VORBEAR8)	Satz-Beh. 3	Satz-Beh. 3
4 G96V100T101M4	4	4
5 G020	5	5
6 G0X33	6	6
7 G1X-1F0.2	usw.	usw.
8 G0Z100		
9 G0X100		
Block-Beh. 2		
10 Satz-Beh. 10	Block-Beh. 2	Satz-Beh. 10
Block-Synchron-Beh. 1		
11 12	Satz-Beh. 11	Satz-Beh. 11
12	Satz-Beh. 12	Satz-Beh. 12
13	Satz-Beh. 13	Satz-Beh. 13
14	usw.	usw.
15	G0Z1	
16	G0X0	
17	G1Z-10F0.3	
18	G0Z100	
19	G0X100	
Block-Beh. 3		
20 Satz-Beh. 20	Satz-Beh. 20 (##3)	Block-Beh. 3
21	Block-Synchron-Beh. 2	Satz-Beh. 20
22	Satz-Beh. 21	Block-Synchron-Beh. 2
23	22 (ABSORTIEREN)	Satz-Beh. 21
	23 G22A1000	22
		23

Abb. &16: NC-Steuerdaten beispielhaft zum Vorbearbeiten der Stirnfläche Teilsystem 1 mit anschließendem Bohren auf Teilsystem 2. Auf Teilsystem 3 erfolgt ein Unterprogrammaufruf z.B. zum Abholen des fertig bearbeiteten Teiles. Die NC-Steuerdaten enthalten Zusatzinformationen.

NC-Steuerungsdaten:

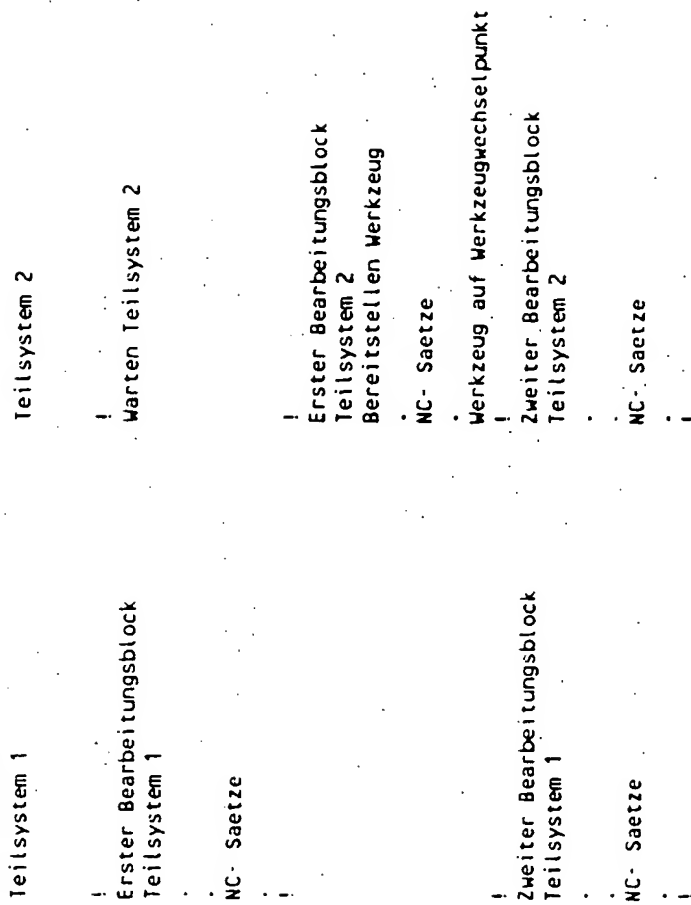


Abb. &17: Beispiel 1: Synchronisierten NC-Steuerdaten bei einer CNC-Maschine mit 2 Teilsystemen und 4 Bearbeitungsblöcken

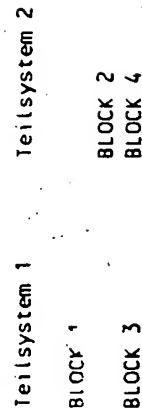


Abb. &18: Uebersicht der Blockstruktur zu NC-Steuerdaten aus DSE abgeleitet entsprechend Abb. &13.

NC-Steuerungsdaten:

```

Teilsystem 1
!
(##1Schuppen 1)
Erster Bearbeitungsblock
Teilsystem 1
.
NC- Saeetze
.
!

Teilsystem 2
!
Warten Teilsystem 2
.

(##2Bohren 2)
Erster Bearbeitungsblock
Teilsystem 2
Bereitstellen Werkzeug
.
NC- Saeetze
Werkzeug auf Werkzeugwechselpunkt
!
(##3Schichten innen 3)
Zweiter Bearbeitungsblock
Teilsystem 2
.
NC- Saeetze
.
!

(##3Schichten aussen 3)
Zweiter Bearbeitungsblock
Teilsystem 2
.
NC- Saeetze
.
!

```

Abb. &19: Beispiel 2: Synchronisierten NC-Steuerdaten bei einer CNC-Maschine mit 2 Teilsystemen und 4 Bearbeitungsblöcken mit Zusatzinformationen als Kommentare (## ...)

```

Teilsystem 1      Teilsystem 2
Schuppen 1
Bohren 2
Schichten innen 3 Schichten aussen 3

```

Abb. &20: Übersicht der Blockstruktur zu NC-Steuerdaten aus DSE abgeleitet entsprechend Abb. &17.



NC-Steuerungsdaten:

Teilsystem 1

!  
( Schruppen 1)  
Erster Bearbeitungsblock  
Teilsystem 1

NC- Sätze

Teilsystem 2

!  
( Bohren 2)  
Erster Bearbeitungsblock  
Teilsystem 2

NC-Sätze

Blockstruktur:

Teilsystem 1 Teilsystem 2  
Block 1 Block 2

Abb. &21:

NC-Steuerungsdaten und Blockstruktur mit Blockmarken

NC-Steuerungsdaten:

Teilsystem 1	Teilsystem 2
( Schruppen 1)	
Erster Bearbeitungsblock	(Warten Teilsystem 2)
Teilsystem 1	
NC- Saetze	
!	!
	( Bohren 2)
	Erster Bearbeitungsblock
	Teilsystem 2
	NC- Saetze

Blockstruktur:

Teilsystem 1	Teilsystem 2
Block 1	Block 2

Abb. &22:

NC-Steuerungsdaten und Blockstruktur mit Blockmarken nach Verschieben der Blockmarke auf Teilsystem 1 nach hinten.

NC-Steuerungsdaten:

Teilsystem 1	Teilsystem 2
!	!
( Schruppen 1)	( Bohren 2)
Erster Bearbeitungsblock	Erster Bearbeitungsblock
Teilsystem 1	Teilsystem 2
!	!
.	.
.	.
NC- Saetze	NC-Saetze
.	.

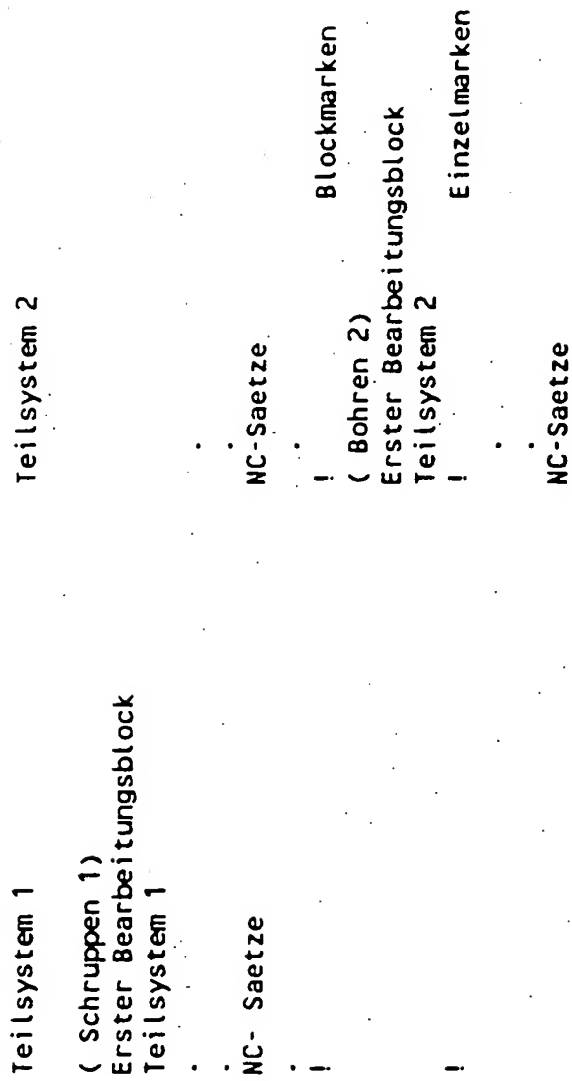
Blockstruktur:

Teilsystem 1	Teilsystem 2
Block 1	Block 2

Abb. 823:

NC-Steuerungsdaten und Blockstruktur mit Blockmarken und Einzelmarken.  
Blockstruktur durch Einzelmarken nicht veraendert.

# NC-Steuerungsdaten:



## Blockstruktur:



### Abb. &24:

NC-Steuerungsdaten und Blockstruktur mit Blockmarken und Einzelmarken.  
Blockstruktur nach Verschiebung der Blockmarke Teilsystem 1.

Teilsystem 1		Teilsystem 2	Teilsystem 3
G59X02345 (VORBEARBEITEN)			
G96V100T101M4			
G020			
G0X33			
G1X-1F0.2			
G02100			
G0X100			
I2			
		I1	
		G59X02345	
		(BOHREN)	
		G96V100T202M3	
		G021	
		G0X0	
		G12-10F0.3	
		G02100	
		G0X100	
		I3	
		I2	
		(ABSORTIEREN)	
		G22A1000	
Sync-Märke nach spaeter	Sync-Märke nach frueher	Sync-Märke loeschen	Sync-Märke einfuegen
I V	I V		
		Balken nach links	Balken nach rechts
		Balken nach unten	Balken nach oben
		I V	I V

Abb. 25:  
Anzeige der Editoreinheit fuer die NC-Steuerdaten zur Aenderung der Synchronisation. Die angezeigten Moeglichkeiten koennen ueber die Tastatur des dialogorientierten Programmiergeraetes aktiviert werden.  
Ein Auswahlbalken wird dazu auf den NC-Satz, auf den eine der Aktionen angewendet wird, positioniert.

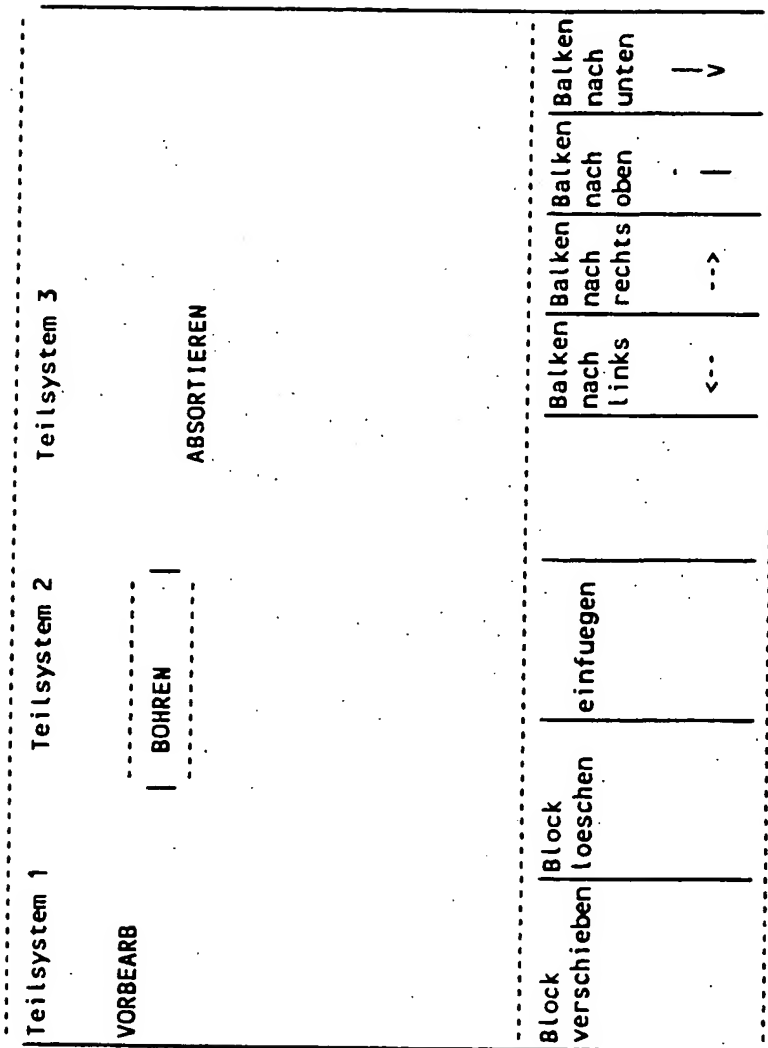
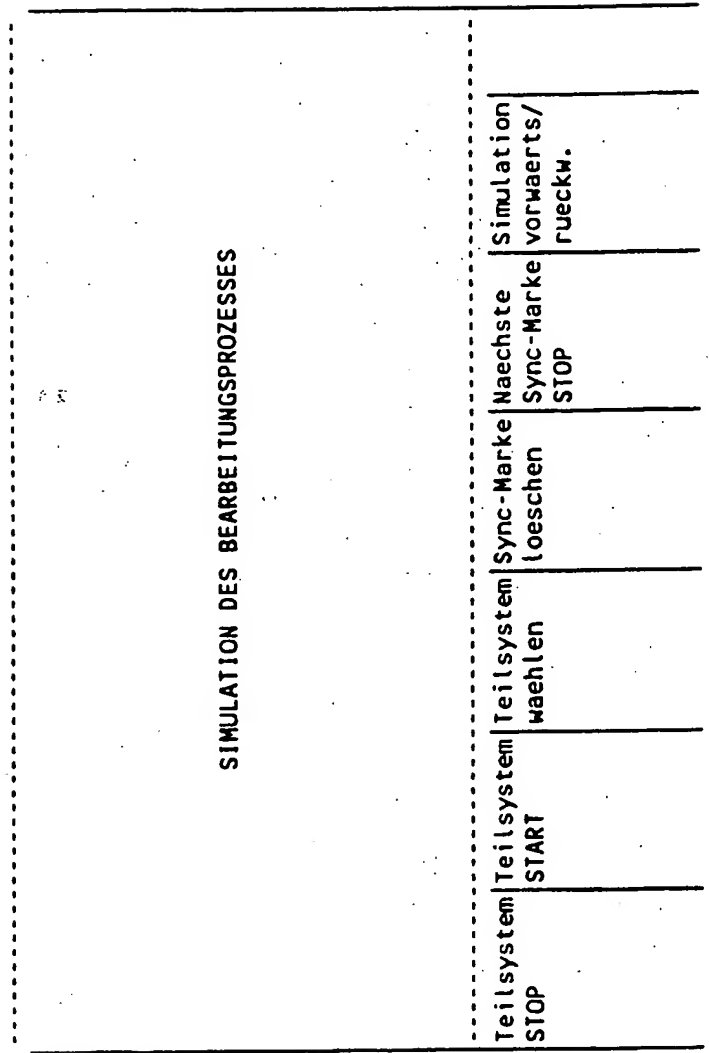


Abb. 826:  
Anzeige der Editoreinheit fuer die Blockstruktur zur Aenderung der Synchronisation. Die angezeigten Moeglichkeiten koennen ueber die Tastatur des dialogorientierten Programmiergeraetes aktiviert werden. Ein Auswahlbalken wird dazu auf den Block, auf den eine der Aktionen angewendet wird, positioniert.



**Abb. &27:**  
Anzeige der Editoreinheit fuer die Simulation zur Aenderung der Synchronisation. Die angezeigten Moeglichkeiten koennen ueber die Tastatur des dialogorientierten Programmiergeraetes aktiviert werden.



## NC-Steuerungsdaten nach Teilsystem STOP:

Teilsystem 1	Teilsystem 2
!	!           Blockmarken
( Schruppen 1)	( Bohren 2)
Erster Bearbeitungsblock	Erster Bearbeitungsblock
Teilsystem 1	Teilsystem 2
!	!           Einzelmarken durch
.	Teilsystem STOP
.	.
.	.
NC- Saetze	NC-Saetze

## NC-Steuerungsdaten nach Loslassen Teilsystem START auf Teilsystem 1:

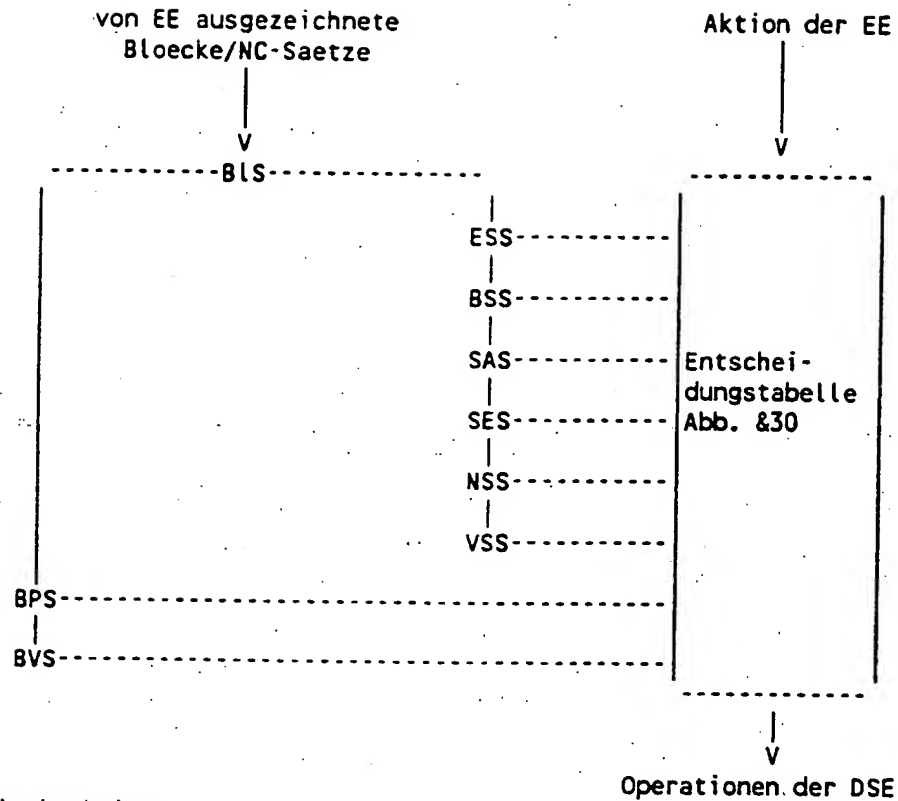
!	!           Blockmarken
( Schruppen 1)	( Bohren 2)
Erster Bearbeitungsblock	Erster Bearbeitungsblock
Teilsystem 1	Teilsystem 2
.	.
.	.
NC- Saetze	!
!	Einzelmarken
.	durch Teilsystem STOP
.	und nach Ende Teilsystem
.	START von Teilsystem 1
.	NC-Saetze

## Blockstruktur:

Teilsystem 1	Teilsystem 2
Schruppen 1	Bohren 2

## Abb. &amp;28:

NC-Steuerungsdaten und Blockstruktur mit Blockmarken und Einzelmarken nach Teilsystem STOP (oben). NC-Steuerungsdaten und Blockstruktur mit Blockmarken und Einzelmarken nach Loslassen Teilsystem START (Teilsystem 1) (unten).



BLS Blockschalter

BPS Blockschalter Block ist parallel

BVS Blockschalter Block ist versetzt

SAS Synchronmarke ist am Anfang Schalter

SES Synchronmarke ist am Ende Schalter

NSS Synchronmarke ist nach anderer Synchronmarke Schalter

VSS Synchronmarke ist vor anderer Synchronmarke Schalter

Abb. &29:

Schalter der Synchronisationseinheit SE, Aktion der EE ergeben aus der Entscheidungstabelle (Abb &30) die Operationen der DSE.

Schalterstellungen SE Eingang									
↓									
Schalter der SE:	BIS	BPS	BVS	ESS	BSS	SAS	SES	NSS	VSS
Aktionen der EE:									
	x	2c2c	2c2c	-	-	-	-	-	-
	x	2a2a	2b2a	-	-	-	-	-	-
	x	2c2c	2c2c	-	-	-	-	-	-
	x	2a2a	2b2a	-	-	-	-	-	-
	-	-	1b	-	x	-	x	-	-
	-	-	-	-	x	-	-	-	2f
	-	-	-	-	x	-	-	-	3
Operationen der DSE Ausgang	-	-	1a	-	x	x	-	-	-
	-	-	-	-	x	-	-	-	2f
	-	-	-	-	x	-	-	-	3
	-	2c2c4	2c2c4	-	x	-	-	-	-
	-	-	-	x	-	-	3	3	-
	-	-	-	x	-	3	-	-	3
	-	-	-	x	-	2e	2e	-	-
	-	-	-	x	-	2d	2d	2d	2d

Abb. 830a:  
Schalterstellungen der SE und Aktionen der EE liefern die Bedingungen fuer Entscheidungstabelle die die Operationen der DSE liefert.  
Erklaerung der Abkuerzungen fuer Schalter, Operationen in Abb. 830b.

1. Operationen der DSE auf Blockstruktur:

- a) Block um einen Block verschieben.
- b) Block um einen Block zurueckschieben.
- c) Block loeschen.
- d) Block einrichten.

2. Operationen der DSE auf NC-Steuerdaten:

- a) Block-Synchronmarke an Blockanfang einrichten
- b) Block-Synchronmarke an Blockende einrichten
- c) Block-Synchronmarke loeschen
- d) Einzel-Synchronmarke einrichten
- e) Einzel-Synchronmarke loeschen
- f) Einzel-Synchronmarke vor-/zurueckschieben

3. Fehlerbedingung

4. Blockinhalt um einen Block verschieben.

Schalter der Synchronisationseinheit SE:

BLS Blockschalter

BPS Blockparallelschalter

BVS Blockversetztschalter

ESS Synchronmarke ist Einzelmarke

BSS Synchronmarke ist Blockmarke

SAS Synchronmarke ist am Anfang Schalter

SES Synchronmarke ist am Ende Schalter

NSS Synchronmarke ist nach anderer Synchronmarke Schalter

VSS Synchronmarke ist vor anderer Synchronmarke Schalter

Abb. &30b:

Schalterstellungen der SE und Aktionen der EE liefern die Bedingungen fuer Entscheidungstabelle fuer Operationen der DSE.  
Erklaerung der Abkuerzungen fuer Schalter, Operationen zu Abb. &30a.

NC-Steuerungsdaten:

Teilsystem 1

!  
( Schruppen 1)  
Erster Bearbeitungsblock  
Teilsystem 1

!  
.  
.  
NC-Saetze

Teilsystem 2

!  
Blockmarken  
( Bohren 2)  
Erster Bearbeitungsblock  
Teilsystem 2

NC-Saetze

!  
Einzelmarken

Blockstruktur:

Teilsystem 1 Teilsystem 2  
Block 1 Block 2

Abb. &31:

NC-Steuerungsdaten und Blockstruktur mit Blockmarken und Einzelmarken.  
Blockstruktur nach Verschieben der Einzelmarke Teilsystem 1.  
Die Aenderungen liegen innerhalb des Blockes.

NC-Steuerungsdaten:

Teilsystem 1

( Schruppen 1)

Erster Bearbeitungsblock

Teilsystem 1

.

NC- Sätze

!

!

Teilsystem 2

NC-Sätze

!

( Bohren 2)

Erster Bearbeitungsblock

Teilsystem 2

!

NC-Sätze

Blockmarken

Einzelmarken

Blockstruktur:

Teilsystem 1 Teilsystem 2

Block 1

Block 2

Abb. &32:

NC-Steuerungsdaten und Blockstruktur mit Blockmarken und Einzelmarken.  
Blockstruktur nach Verschiebung der Blockmarke Teilsystem 1.

NC-Steuerungsdaten:

Teilsystem 1

!

( Schruppen 1)  
Erster Bearbeitungsblock  
Teilsystem 1

NC-Saetze

Teilsystem 2

! Blockmarken  
( Bohren 2)  
Erster Bearbeitungsblock  
Teilsystem 2

NC-Saetze

! Einzelmarken

Blockstruktur:

Teilsystem 1 Teilsystem 2  
Block 1 Block 2

Abb. &33: NC-Steuerungsdaten und Blockstruktur mit Blockmarken und Einzelmarken. Blockstruktur nach Verschieben der Einzelmarke Teilsystem 1. Die AeÄnderungen liegen innerhalb des Blockes.



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 11 4043

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 269 738 (FANUC LTD) * Seite 5, Zeile 10 - Seite 11, Zeile 15; Abbildungen 1-8 * ---	1-8, 10, 11	G05B19/4093
A	EP-A-0 265 525 (FANUC LTD) * Seite 4, Zeile 10 - Seite 14, Zeile 20; Abbildungen 1-9 * ---	1-12	
A	EP-A-0 413 921 (MITSUBISHI D.K.K.) * Seite 13, Spalte 23, Zeile 1 - Seite 25, Spalte 47, Zeile 10; Abbildungen 1A-19 * ---	1-12	
A	DE-A-26 44 596 (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) * das ganze Dokument * ---	1-12	
A, D	EP-A-0 249 639 (FANUC LTD) * das ganze Dokument * -----	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			G05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 5. Dezember 1994	Prüfer HAUSER, L
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	